

UNIVERSIDAD DR. JOSÉ MATÍAS DELGADO

RED BIBLIOTECARIA MATÍAS

DERECHOS DE PUBLICACIÓN

DEL REGLAMENTO DE GRADUACIÓN DE LA UNIVERSIDAD DR. JOSÉ MATÍAS DELGADO

Capítulo VI, Art. 46

“Los documentos finales de investigación serán propiedad de la Universidad para fines de divulgación”

PUBLICADO BAJO LA LICENCIA CREATIVE COMMONS

Reconocimiento-CompartirIgual 4.0 Unported

<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>

“Se permite el uso comercial de la obra y de las posibles obras derivadas, la distribución de las cuales se debe hacer con una licencia igual a la que regula la obra original.”

Para cualquier otro uso se debe solicitar el permiso a la Universidad

UNIVERSIDAD DR. JOSÉ MATÍAS DELGADO
FACULTAD DE AGRICULTURA E INVESTIGACIÓN AGRÍCOLA
“JULIA HILL DE O ‘SULLIVAN”



UNIVERSIDAD DR. JOSÉ
MATÍAS DELGADO
SAN SALVADOR, EL SALVADOR C. A.

**“Elaboración de una bebida a base de café (*Coffea arábica*)
fortificado con moringa (*Moringa oleifera*) para aumentar su valor
nutricional”**

Tesina presentada para optar al título de ingeniero agroindustrial

POR:

Balmore Ricardo Paredes Azucena

ASESOR:

Dr. Jorge Edmundo López Padilla

Antiguo Cuscatlán, La Libertad, El Salvador 2 de Diciembre de 2016



UNIVERSIDAD DR. JOSÉ
MATÍAS DELGADO
SAN SALVADOR, EL SALVADOR C. A.

AUTORIDADES

Dr. David Escobar Galindo
RECTOR

Dr. José Enrique Sorto Campbell
VICERECTOR
VICERECTOR ACADÉMICO

Lic. María Georgia Gómez de Reyes
DECANA DE LA FACULTAD DE AGRICULTURA E INVESTIGACIÓN AGRÍCOLA
“JULIA HILL DE O’SULLIVAN”

Licda. Silvana Hernández
COORDINADOR DE LA CARRERA

TRIBUNAL CALIFICADOR

Lic. Georgia Gómez de Reyes
PRESIDENTE DEL JURADO EVALUADOR

Licda. Lilian Carreño y Licda. Silvana Hernández
JURADO EVALUADOR

Ing. Jorge López Padilla
ASESOR



UNIVERSIDAD DR. JOSÉ
MATÍAS DELGADO
EL SALVADOR, CENTRO AMÉRICA

Facultad de Agricultura e Investigación Agrícola

ORDEN DE IMPRIMATUM

Tema:	<i>"Elaboración de una bebida a base de café (Coffea arabica) fortificada con moringa (Moringa oleífera) para aumentar su valor nutricional"</i>
-------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

PRESENTADO POR:

Egresado 1:	BALMORE RICARDO PAREDES AZUCENA
Egresado 2:	
Egresado 3:	

UNIVERSIDAD Dr. JOSE MATIAS DELGADO
FACULTAD DE AGRICULTURA E INVESTIGACION AGRICOLA
COMITE DE TESIS



Lic. Lilian Carmen Carreño

Coordinador de Comité Evaluador

Lic. María Georgina Gómez de
Reyes

Miembro de Comité Evaluador

Lic. Silvana Hernández

Miembro de Comité Evaluador

RESUMEN

La siguiente investigación tuvo como objetivo emplear la hoja del árbol de Moringa oleífera como agente fortificante en la elaboración de una bebida a base de café tostado y molido con características nutricionales.

Para su elaboración se utilizó "café oro" y hoja de "Moringa oleifera" obtenido de la finca Santa Elisa, ubicada en el municipio de Tepecoyo, departamento de La Libertad. La variedad utilizada fue Bourbon por sus atributos sensoriales. El grano de "café oro" se llevó a las instalaciones de PROCAFE para ser tostado y molido. El polvo de moringa se obtuvo al deshidrata solarmente la hoja y luego molerla.

Buscando un producto de alta calidad se siguió la Norma Salvadoreña Obligatoria N° 67.31.02:34 "Estándares de Calidad. Café Tostado en Grano y Café Tostado y Molido", que establece parámetros microbiológicos y bromatológicos. Se crearon dos fórmulas: la muestra "A" con 50% café tostado y 50% moringa, y la muestra "B" con 70% café tostado y 30% moringa. Para saber la aceptación del producto se desarrolló un panel sensorial, calificando atributos organolépticos: color, olor, sabor, apariencia y textura. Siendo la muestra "B" la más aceptación, se análisis bromatológicamente, resultando poseer: 17.7% de proteína, 587.8mg de calcio y 8,3mg de hierro. Demostrando así cumplir el objetivo de la investigación.

Palabras claves: Árbol de moringa, café.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Planteamiento del problema	3
1.2 Enunciado del problema	5
1.3 Delimitación	5
1.4 Justificación	6
1.5 Objetivos	7
Capítulo II. Marco Referencial.....	9
2.1 Antecedentes.....	9
2.2 Marco Normativo.....	11
2.3 Marco Teórico.....	13
2.3.1 El Café.....	13
2.3.1.1 Historia del café en El Salvador.....	13
2.3.1.2 Generalidades	16
2.3.1.2.1 Temperatura	17
2.3.1.2.2 Precipitación	17
2.3.1.2.3 Altitud.....	18
2.3.1.2.4 Suelos.....	18
2.3.1.2.5 Humedad relativa y pH.....	19
2.3.1.3 Descripción botánica	19
2.3.1.4 Atributos del café.....	20
2.3.1.5 Frescura y aroma	20
2.3.1.6 Procesamiento del grano.....	21
2.3.1.6.1 Secado del grano de café.....	21
2.3.1.6.2 Tostado del café.....	22
2.3.1.6.3 Factores que afectan el proceso de tostado	24

2.3.1.7 Estructura, composición química y valor nutritivo del grano de café.....	25
2.3.1.7.1 Estructura del grano de café.....	25
2.3.1.7.2 Composición química del grano de café.....	30
2.3.1.7.3 Aspectos nutricionales del café.....	37
2.3.2 Moringa	40
2.3.2.1 Descripción botánica del árbol de moringa.....	40
2.3.2.2 Origen y distribución	43
2.3.2.3 Temperatura.....	44
2.3.2.4 Régimen de Lluvias	45
2.3.2.5 Suelos	46
2.3.2.6 Fertilización	46
2.3.2.7 Agentes dañinos.....	46
2.3.2.8 Limitaciones de uso y cultivo.....	46
2.3.2.9 Contenido nutricional de la moringa.....	47
2.3.2.10 Usos de la planta	48
Capítulo III. Hipótesis y Variables	53
Capítulo IV. Marco Metodológico.....	54
4.1 Lugar de trabajo.....	54
4.2 Limpieza del área de trabajo.....	54
4.3 Higiene.....	54
4.4 Materia prima y equipo.....	55
4.4.1 Materia prima	55
4.4.2 Material de limpieza.....	55
4.4.3 Equipo.....	56
4.2.4 Equipo de trabajo.....	56
4.5 Proceso de selección, clasificación y almacenamiento de materia prima.....	57
4.5.1 Selección de materia prima.....	57

4.5.2 Clasificación de materia prima.....	57
4.5.3 Transporte y almacenamiento de materia prima.....	58
4.6 Formulaciones del proceso de elaboración de un café tostado y molido fortificado con polvo de moringa y flujograma de proceso	58
4.6.1 Formulaciones.....	58
4.6.2 Diagrama de flujo del proceso de obtención de café tostado y molido.	61
4.6.3 Proceso de obtención de café tostado y molido.....	62
4.6.4 Diagrama de flujo del proceso de obtención del polvo de moringa (<i>Moringa oleifera</i>).	64
4.6.5 Proceso de obtención del polvo de Moringa oleífera.....	65
4.6.6 Diagrama de flujo del proceso de obtención del café tostado y molido fortificado con polvo de moringa (<i>Moringa oleifera</i>).....	67
4.6.7 Proceso de obtención del café fortificado con polvo de moringa (<i>Moringa oleifera</i>) .	68
4.7 Técnica de recolección de datos.....	69
4.7.1 Recolección de datos mediante libros y páginas web.....	69
4.7.2 Análisis sensorial.....	69
4.7.3 Diseño del estudio.....	69
4.7.4 Población de estudio.....	70
4.7.5 Muestra de estudio.....	70
4.7.6 Tipo de prueba.....	70
4.7.7 Análisis estadístico.....	71
4.7.8 Análisis bromatológico.....	71
4.7.9 Análisis microbiológicos	75
4.7.9.1 Análisis microbiológicos.....	75
4.7.9.2 Recuento de levaduras y mohos	75
4.7.9.3 Coliformes fecales.....	76
Capítulo V. Análisis de Resultados.....	77
5.1 Tabulación de datos.....	77

5.2 Gráficos.....	76
5.3 Análisis de varianza.....	82
5.4 Análisis y discusión de resultados obtenidos del análisis bromatológico.....	87
5.4.1 Resultados obtenidos del análisis bromatológico.....	87
5.4.2 Comparación de resultados de análisis bromatológico.....	88
5.5 Resultados obtenidos del análisis microbiológico.....	91
Conclusiones.....	92
Recomendaciones.....	94
Bibliografía.....	95
GLOSARIO.....	101
ANEXOS.....	105

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES: FIGURAS

Figura N°1. Representación esquemática de los tejidos presentes en los frutos maduros de Coffea sp (220 A 250 días después de la floración)	26
Figura N°2. Grano de café con la capa pergamino.....	29
Figura N°3. Localización del embrión en el grano de café y forma del embrión ...	30
Figura N°4. Fórmula estructural de los alcaloides del grano de café	34
Figura N°5. Comparación de aporte nutricional por cada 100g de porciones comestibles.....	39
Figura N° 6. Árbol de Teberinto (Moringa oleifera).....	40
Figura N°7. Distribución original del Teberinto.....	43
Figura N°8. Distribución mundial de Teberinto.....	43
Figura N°9. Partes componentes del árbol de Teberinto.....	45

TABLAS

Tabla N°1. Condiciones fisicoquímicas necesarias para el café tostado y molido.	11
Tabla N°2 Condiciones microbiológicas necesarias para café tostado en grano y café tostado y molido	12
Tabla N°3. Composición química de los granos verdes tostados de las especies Coffea arabica y Coffea canephora y de café instantáneo(% base seca)	30
Tabla N°4. Contenido mineral típico de granos verdes de Coffea arabica	32
Tabla N°5. Contenido de aminoácidos libres en granos de café verdes	36
Tabla N°6. Clasificación botánica (Moringa oleifera).....	40
Tabla N°7. Análisis nutricional de estructuras de la planta.....	50

INTRODUCCIÓN

El cultivo de café, es uno de los productos más comercializados a nivel nacional, siendo la presentación de café tostado en grano y la de café molido tradicional una de las más consumidas, a tal grado de ser la principal bebida que acompaña el desayuno del pueblo salvadoreño. El cultivo de café actualmente presenta una crisis por sus bajos costos en el mercado y por el constante ataque de patógenos como el hongo de la roya que afectó el 90% del parque cafetalero nacional. Actualmente se desarrollan nuevos estudios para mejorar las variedades de café y el desarrollo de nuevos productos de este cultivo tanpreciado a nivel mundial.

El desarrollo de nuevos productos a base de café es una buena alternativa para el sector agroindustrial del café, las investigaciones desarrolladas se basan en la fortificación (enriquecimiento con vitaminas, proteínas y minerales) de este producto. En un estudio desarrollado por E. Stalling (1996) se desarrolló un método en el cual se molió el café tostado y luego se procedió a la mezcla del polvo de café con un tipo de vitamina soluble en agua, ésta se mezclaba con agua caliente para formar una bebida de café. De esta forma se pensó en la creación de una bebida con el objetivo de fortificar el café por medio de la utilización de recursos disponibles en el país. Uno de estos recursos lo representa el árbol de teberinto (*Moringa oleífera*) ya que según análisis científicos e investigaciones desarrolladas en fortificación de alimentos y bebidas estos obtuvieron buenos

resultados contribuyendo a la calidad nutricional del producto base. El árbol de moringa contiene los 20 aminoácidos esenciales, proteínas, vitaminas y minerales.

La primera fase del proyecto se concentró en la recopilación de información referente al cultivo de moringa y café descritos en los antecedentes y marco histórico. Luego se procedió a la obtención de la materia prima obtenida de la finca Santa Elisa, ubicada en el municipio de Tepecoyo, departamento de La Libertad, luego se transportó a las instalaciones de PROCAFÉ, ubicado en Santa Tecla, departamento de La Libertad, la variedad de café que se utilizó para la mezcla fue la variedad Bourbon debido a sus completos y excelentes atributos organolépticos.

Los porcentajes utilizados en la realización de producto fueron las siguientes: muestra "A" 50% café tostado y 50% moringa y muestra "B" 70% café tostado y 30% moringa. En la metodología del trabajo dónde por medio de un análisis sensorial se obtuvo la muestra con mayor aceptación a la cual se le realizaron los análisis microbiológicos y bromatológicos expuestos en el apartado de análisis y discusión de resultado. Los resultados obtenidos en el análisis bromatológico adonde se demuestra el objetivo principal de esta investigación la elaboración de una bebida a base de café tostado y molido fortificado con Moringa oleifera hasta presentar las conclusiones y recomendaciones (7).

Capítulo I. El Problema

1.1 Planteamiento del problema

Para el Fondo de Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) la crisis económica y alimentaria actual que afecta todo el mundo propicia el aumento de los índices de desnutrición y pobreza extrema a un nivel considerable en El Salvador. Según algunos expertos del organismo internacional, en El Salvador el 18.9% de la niñez se encuentra viviendo en condiciones de desnutrición crónica, trayendo así, consecuencias negativas que afectan el crecimiento normal de la niñez dentro del país. Asimismo, dichas investigaciones afirman que el 18% de las personas del género femenino entre las edades de 15 y 49 años dentro del país están viviendo la misma situación de desnutrición (1).

Por otro lado, el café para El Salvador, según el artículo publicado en el “El café: Importancia del café” por Karina Amaya García el 20 de octubre del 2009, refleja la gran importancia que tiene el café como pilar económico y ecológico diciendo que el café ha tenido una importancia en el país desde antes de 1900, pero que esta importancia ha tenido variaciones a lo largo de la historia. “El café es la divisa ecológica de El Salvador” que antes era el foco de la economía y hoy es un recurso productor de vida. El cultivo y producción de café en el país se ha venido realizando de la misma manera en cuanto a la producción y procesamiento, de

igual manera que en las técnicas y normas que se emplean con la tecnología en busca de la obtención de productos de mayor calidad (2).

A pesar de que muchos otros países productores de café han modernizados sus procesos de cultivo a través de sus métodos tecnológicos a formas de cultivo bajo sol abierto (en los cuales se emplean cantidades mayores de químicos), El Salvador continua utilizando el tradicional cultivo bajo sombra del café (2).

Por los factores antes mencionados se busca desarrollar por medio de esta investigación una alternativa sustentable para la elaboración de una bebida a base de café tostado y molido fortificado con polvo de moringa el árbol milagroso por sus innumerables beneficios a la salud. La moringa es reconocida mundialmente como una de las plantas con mayor utilidad, por su rápido crecimiento y gran altura (de entre 10-12 metros) de la cual se aprovecha prácticamente todo. Por esto, ésta planta se propone como una alternativa nutricional y económica para los caficultores salvadoreños, generando interés al ayudar a reducir la crisis de los precios bajos del café. Actualmente la industria alimenticia está interesada en todo tipo de productos innovadores que cumplan con normas de calidad para que generen confianza al consumidor. La investigación tiene como prioridad comprobar si se puede fortificar café tradicional tostado y un café molido con polvo de moringa oleífera bajo normas y estándares de calidad con el fin de presentar un nuevo producto al mercado.

1.2 Enunciado del problema

¿Será posible aumentar los valores nutricionales del café con las propiedades nutricionales de polvo moringa?

1.3 Delimitación

Delimitación teórica:

En el desarrollo de este seminario de investigación se profundizó en conceptos y material teóricos referentes a contenido del tema de investigación y documentación científica que ayudó a presentes y delimitada en los objetivos.

Delimitación geográfica:

La materia prima que se utilizó fue café de “oro” de la variedad Bourbon y la hoja previamente deshidratada de Moringa oleifera (molida) que se obtuvo de la finca “Santa Elisa” que se encuentra en el Municipio de Tepecoyo, dentro del departamento de La Libertad, para ser posteriormente fue trasladada a la ciudad de Santa Tecla, para ser procesado en la Planta tostadora “PROCAFE” ubicada en Santa Tecla, La Libertad.

Al café fortificado con moringa se le realizó un análisis sensorial en la Universidad Dr. José Matías Delgado. A La muestra que obtuvo mayor aceptación se le realizó un análisis microbiológico y bromatológico en el Laboratorio Especializado de

Control de Calidad “LECC”, ubicado en San Salvador, lugar dónde se determinó la inocuidad y fortificación del café con moringa.

Delimitación temporal:

La investigación se desarrolló en el período de cinco meses, iniciando en el mes de julio del 2016 y finalizando en el mes de noviembre del mismo año.

1.4 Justificación

El Salvador es un país con altos índices de desnutrición y con una crisis económica elevada debido a que sus pilares fundamentales y esenciales en estos rubros se han descuidado al pasar del tiempo. Entre ellos se puede destacar la caficultura nacional, que fue el producto de mayor exportación del país entre los años de 1940 y sus posteriores, acabando en un producto actualmente con poco auge y que se ve afectada por el ataque del hongo de la roya.

Según la nota de “Planeta Joy”: “actualmente la tasa de consumo de café es la tercera a nivel mundial después de las bebidas carbonatada y el Agua mineral” (3). Dicho esto, el gobierno del país no se ha preocupado por la realización de investigaciones para ofrecerle a la agroindustria cafetera opciones más allá de un café tostado y molido que pueda ayudar a generar valor agregado a su producto y posibilitar la comercialización una escala mayor del mismo. La fortificación de una bebida de café con la hoja deshidratada y molida del árbol de moringa oleífera,

puede ayudar a compensar el déficit existente. Por esto, se pensó en la investigación hacia el objetivo de desarrollo de una bebida de gran potencial nutricional, ya que en adición, existe una tendencia creciente de concientización hacia la práctica hábitos más saludables, así como el consumo de productos libres de químicos y aditivos. Con esta investigación se puede fomentar el crecimiento del mercado agroindustrial de los productos de la caficultura hacia una nueva escala nutricional y la explotación de nuevos cultivos como el caso del árbol de moringa, ayudando a disminuir los índices de desnutrición e impulsar la economía.

1.5 Objetivos

Objetivo General:

- Elaborar una bebida a base de café tostado y molido para su fortificación con la hoja deshidratada y molida del árbol de Moringa oleifera para aumentar su valor nutricional.

Objetivos Específicos:

- Realizar un análisis sensorial de un producto (bebida) elaborada a partir de café tostado y molido fortificado con polvo de moringa.
- Determinar la inocuidad de la muestra mediante un análisis microbiológico.

- Realizar un análisis físico-químico al café tostado y molido fortificado con moringa para comparar su valor nutricional con una marca comercial de café tostado molido tradicional.

Capítulo II. Marco Referencial

2.1 Antecedentes

- En el seminario titulado *Café Enriquecido con Vitaminas y un Proceso para Elaborar los Mismos* se desarrolló un proceso patentado, el cual se basó en el enriquecimiento del café tostado molido que fomentó el desarrollo de nuevas investigaciones para nuevos alimentos enriquecidos, entre ellos los cereales con vitaminas. El método desarrollado constaba en moler el café en grano para formar el café molido. Luego de esto, se procedió a la mezcla del polvo de café con un tipo de vitamina soluble en agua, dicha muestra se mezclaba con agua caliente para formar una bebida de café con dicha vitamina. Otro método desarrollado por ellos fue el de sumergir el café tostado en una solución de vitaminas y dejar reposar por 24 horas luego pasar por un secado y moler el producto dando como resultado un producto enriquecido (4).
- En el artículo publicado por la revista *Science of Food and Agriculture*, (tales como vitaminas A y C, hierro, inulina y oligofruktosa) se tuvo como base la demanda que actualmente se está desarrollando por los alimentos saludables. Dado que el café se encuentra dentro de los productos de

mayor consumo al ser ingerido por millones de personas diariamente, el objetivo del estudio se basó en formular un café instantáneo enriquecido y demostrar como el enriquecimiento afecta su granulometría así como estimar un periodo de almacenamiento, analizar el comportamiento de los ingredientes funcionales en el material envasado y sus propiedades físicas y sensoriales de la mezcla. Dando como resultado la evaluación de almacenamiento del producto por 6 meses, que influyó en el contenido de humedad de la mezcla, aumentando exponencialmente con el periodo de almacenamiento. El material de embalaje demostró ser una variable importante que influye en el contenido de humedad del producto, tamaño de partícula, color y el índice de cohesión del mismo. Por otro lado, en las pruebas sensoriales su sabor se vio afectado a tal punto que influyó de una manera adversa dando un sabor químico y cambio del color, afectando la aceptabilidad en general del producto (5).

- Un estudio titulado “Elaboración de una bebida refrescante y nutritiva a base de stevia (*Stevia rebaudiana*) y moringa (*Moringa oleifera*) como una alternativa para la agroindustria de El Salvador” desarrolló un producto de buen sabor, muy refrescante y agradable. Se demostró por medio de análisis bromatológicos los beneficios nutricionales a la salud del

consumidor. La moringa se utilizó debido a su gran cantidad de antioxidantes y desintoxicantes capaces de aportar vitaminas y minerales. Con esta bebida se obtuvieron los siguientes valores nutricionales: vitamina C 35%, vitamina A 2%; minerales como el calcio 15% y el hierro 70%. Demostrando que se puede desarrollar una bebida nutricional con la moringa oleífera (6).

2.2 Marco Normativo

Norma salvadoreña NSO 67.31.02:04 CAFÉ TOSTADO EN GRANO Y CAFÉ TOSTADO Y MOLIDO

Los criterios fisicoquímicos para efectos de inocuidad de los cafés tostados y molidos se presentan en la tabla N°1 (7):

Tabla N°1. Condiciones fisicoquímicas necesarias para el café tostado y molido.

CONDICIONES NECESARIAS	VALORES
HUMEDAD (% m/m) en puntos de venta, máximos.	3.0
Cenizas totales (%m/base seca), máximo.	5,0
Cenizas insolubles en ácido (%m/base seca, máximo.	0,5

Impurezas (%), máximo	3,0
Materia extraña (%), máximo	0.1
Contenido de cafeína: % (m/m) base seca	0.1
Para café sin descafeinar mínimo	0,8
Para café descafeinado máximo	0,3

Fuente: CONACYT (4 p. 4).

Tabla N°2. Condiciones microbiológicas necesarias para el café tostado en grano y el café tostado y molido.

CONDICIONES NECESARIAS	N	M	M	C
Recuento de aerobios mesofilos /g o ml	3	1000	2000	1
UFC Hongos y levaduras/g	3	100	200	1
NMP de coliformes fecales / g	3	0	-	0

Fuente: CONACYT (4 p. 4).

Para el café no existe una norma de fortificación del café, se elaboró un análisis por comparación nutricional de un café tostado y molido estándar (mercado nacional) sin fortificación con el café tostado y molido fortificado con moringa, con

esto se elaboró una tabla comparativa comprobando la hipótesis de que un café puede mejorarse nutricionalmente por medio de la adición de la hoja deshidratada y molida del árbol de Moringa oleífera.

2.3 Marco Teórico

2.3.1 El Café

2.3.1.1 Historia del café en El Salvador

Es esencial reconocer que el café es un grano con una importancia trascendental tanto en los países cultivadores, como El Salvador, numerosos y variados países .del mundo, debido a sus propiedades energizaste y a su agradable sabor, priorizándose como una de las bebidas con mayor aceptación y consumo a nivel mundial. Motivo que vuelve inherente conocer su historia.

Una historia muy popular y aceptada con respecto al descubrimiento del café como tal dice que sus propiedades energéticas contribuyeron a su descubrimiento en Etiopía. Se cree que un rebaño de ovejas consumía indiscriminada y desinteresadamente los granos de unos arbusto, consideradas bayas, sin embargo, los animales que consumían este grano presentaban posteriormente un significativo aumento en su actividad (hiperactividad), motivo por el cual se puso

atención a las actividades habituales del rebaño y con mayor cuidado a la ingesta de estas “bayas” adjudicándoles tales efectos. Partiendo de esto se inició un arduo proceso que condujo al descubrimiento concreto y al empleo de una bebida que actualmente es una de las más solicitadas y consumidas alrededor del mundo (10).

Según investigadores, anteriormente al siglo X, en la zona baja del Medio Oriente y Noreste de África, en los territorios próximos al Golfo de Adén, Abisinia y Arabia Saudita, se tenía las condiciones necesarias para el cultivo y corta proliferación de esta planta en estado silvestre, teniendo ya el conocimiento de las propiedades estimulantes de esta especie vegetal. Al momento de del tratamiento del grano, éste en su estado maduro se maceraba, para posteriormente ser mezclado en unión de lípidos animales y terminando por ser masticado después de amasado, este proceso normalmente se realizaba especialmente en las tribus nómadas de ese período de tiempo (9).

En las siguientes décadas del siglo X el proceso cambio a su uso como bebida en frío sin secar y moler su grano, proceso utilizado incluso en la actualidad. Es sólo desde hace aproximadamente 1000 años que los pueblos del Medio Oriente conocieron los usos de hervir el agua, y esta técnica también influyo en el consumo del café, ahora como bebida caliente (9).

A la altura del siglo XIII, el cultivo y consumo del café era parte esencial y cotidiana de la vida de los pueblos de Oriente Próximo con tal auge que se expandió y comercializó rápidamente hacia Europa dónde era comúnmente conocido como. La primera exportación de café hacia Europa fue enviada a Venecia proveniente de Turquía en el año de 1615, prontamente se extendió por Europa Occidental llegando a la corte del Rey Luis XIV (Francia 1789- 1792). Al continente americano la infusión fue traída a lo que era Nueva Ámsterdam, ahora Nueva York por unos holandeses (9).

La forma y el tiempo de introducción del café a El Salvador no son datos muy precisos ya que existen diferentes versiones de la misma. Entre ellas, quizá la historia más formal según estudios previos, narra que el café se introdujo al país a pleno siglo XVIII, por órdenes del Capitán General Gerardo Barrios, iniciando su entrada por el oriente del país, más exactamente en el municipio de Capayguantique, que más tarde adoptaría el nombre de Ciudad Barrios, en honor a éste ex-presidente de la República de El Salvador (según el libro de memoria histórica del municipio). Ésta nueva especie para el país se empezó a cultivar en la finca Gavidia, propiedad de Barrios, el cual al mismo tiempo construyó una trilla para café. Dicha trilla se basaba en un área circular de una grande extensión rodeado por una pared de aproximadamente sesenta centímetros, lugar dónde normalmente eran regados los granos de café para posteriormente ser molidos

con ayuda de una yunta de bueyes que halaban una roca de gran tamaño en función de triturar el cultivo. La finca Gavidia se convirtió en el epicentro de la expansión del cultivo del café en el país empezando por su municipio y siendo ésta la fuente de dónde era suministrado el grano para su siembra en distintos lugares. De este modo el grano fue recibido, sembrado y cosechado posteriormente en otros municipios y otros departamentos como en Santiago de María, Berlín, entre otros. Posteriormente al descenso del uso de las trillas, se inició el uso de los beneficios (empresas para el tratamiento del café). A este tiempo varios personajes extranjeros, en su mayoría de raíz europea construyeron sus “fábricas de procesamiento”, a pesar de esto, al mismo tiempo se crearon cooperativas para toda persona que poseyera una finca cafetalera en los municipios cercanos (10).

2.3.1.2 Generalidades

Según aseguran Rossel, Castro y Chicas (1995) esta planta es originaria de Etiopía de donde paso a Yemen, Egipto y más tarde a Turquía, Grecia y otros países. Después fue llevada a América del Sur donde se cultiva en Brasil, Venezuela, Puerto Rico, Cuba, Guatemala, El Salvador, Colombia, Antillas Holandesas (8).

Para el cultivo del café se necesita ciertos factores ecológicos. Si estos factores no se toman en cuenta pueden contribuir a obtener rendimientos bajos en la producción. Entre los principales factores ecológicos que afectan al cafeto mientras este se desarrollan son: temperatura, humedad relativa, precipitación, suelos y pH (18).

2.3.1.2.1 Temperatura

Este factor es un influyente directo con respecto al crecimiento de los cafetos: A temperaturas más bajas el crecimiento de la planta de café es más lento y los frutos tardan más tiempo en madurar; a temperaturas más altas el crecimiento de la planta se acelera la senescencia de los frutos, la fotosíntesis se ve disminuida mientras que la fructificación se limita la presencia de enfermedades, su productividad y rendimiento. Las temperaturas recomendables para el cultivo de los cafetos varían de entre 20 °C y 27 °C (18).

2.3.1.2.2 Precipitación

Se entiende como la cantidad de lluvia que una planta de café necesita por año. El rango necesario para la optimización del cultivo es de entre 1 200 y 1 800 mm, mientras que para obtener una eficiente floración es necesario un promedio de 20 mm de riego adecuadamente distribuido a lo largo de un año (18).

2.3.1.2.3 Altitud

Las altitudes de siembra del café son aspectos muy importantes por ser un factor a considerar en la calidad del café. El café se adapta a altitudes que suelen variar de entre los 500 a 1500 msnm. Por otro lado, si se busca el que el cultivo sea de la mejor calidad las altitudes recomendadas y comprobadas para el mejor desarrollo de los cafetos varían entre 900 a 1300 msnm. El café de altura presenta un mayor tamaño, mejor calidad, más cuerpo, aroma y acidez que el de áreas bajas (18).

2.3.1.2.4 Suelos

Los suelos son factores muy importantes y decisivos en el cultivo del café. El suelo se estima conveniente para el cultivo y desarrollo del café que presente una textura franca; sin embargo, también suele adaptarse a diferentes tipo de suelos desde franco arcillosos hasta franco arenosos. Del mismo modo, es importante examinar previamente sus propiedades físicas, químicas y biológicas. Antes del establecimiento de un cultivo de café se tienen que hacer análisis de suelo para saber sus deficiencias y así corregirlas por medio de un programa de fertilización adecuado, corrigiendo las deficiencias de macro y micro elementos esenciales para el desarrollo óptimo de la planta (18).

2.3.1.2.5 Humedad relativa y pH

Estos factores son muy importantes ya que la humedad relativa óptima es de 65 a 85%. Si los valores exceden el 85% la calidad del café disminuye y la incidencia de enfermedades aumenta, El pH es el potencial de Hidrógeno o acidez, El café debe desarrollarse en una acidez que rodee los 6.0 con un margen de error no mayor a 0.5 (5.5 o 6.5), debido a que arriba de 6.5 o valores por debajo de 5.5 influyen de forma negativa en el óptimo desarrollo de las raíces en su crecimiento y producción. Por otro lado, también se puede ver el cultivo afectado por plagas que modifique de forma directa al valor de pH, por lo cual se debe controlar periódicamente también los factores externos (18).

2.3.1.3 Descripción botánica

Tal como lo dice International Coffee Organization, el café se encuentra dentro de la familia Rubiácea, la cual puede ser subdividida en aproximadamente de 500 géneros diferentes y al mismo tiempo en 6.000 especies diferentes. A pesar de este gran número de subdivisiones en ésta familia su gran mayoría se clasifican como árboles y arbustos tropicales, los cuales se desarrollan en la capa más baja de los bosques. Por otro lado, se pueden observar a miembros más diversos dentro de esta familia como el caso de las gardenias y las plantas que producen quinina y otras sustancias útiles. Sin embargo, el miembro con mayor significancia resulta ser el Coffea, desde una perspectiva económica (11).

2.3.1.4 Atributos del café

El café por ser un cultivo meramente aromático posee diversas propiedades que confieren atributos inigualables al aroma y el sabor característicos. Aunque no posee valores nutritivos, se consume por sus efectos estimulantes, debido principalmente al 1,1% de cafeína que contienen las variedades arábica y el 2.2% de cafeína en los tipos robusta. Estos atributos generalmente se perciben en mayor grado juntamente en los procesamientos del grano; antes de que pueda ser preparado de cualquier forma, el grano tiene que pasar por un proceso de suma importancia: el tostado, por medio del cual se desarrollara su característico aroma y sabor. Para obtener un buen tostado es fundamental que el tamaño de los granos sea uniforme y así evitar que cuando los más grandes se encuentren suficientemente tostados, los pequeños y menos densos se habrán quemado. Una vez tostado, el café no se puede mantener en condiciones de fresca por mucho tiempo y menos sin un adecuado empaque. Por esta razón, el café es tostado en el país que lo produce e importa, y así reducir los tiempos entre tostado (9).

2.3.1.5 Frescura y aroma

Si los granos de café se dejan expuestos al aire pierden su frescura y aroma en un par de semanas. Esto se debe a la humedad y el oxígeno del ambiente. Aumenta la liberación del dióxido de carbono y los aromas volátiles, acelerando el proceso de oxidación que da origen al sabor rancio del café. Las sustancias en el café que

el ser humano aprecia por sus propiedades estimulantes debido a su sabor y aroma, son aquellas que se liberan al momento de su procesamiento con altas temperaturas (9).

2.3.1.6 Procesamiento del grano.

El grano de café para que tenga los atributos especiales de su uso necesita que pase por diversos procedimientos (9).

2.3.1.6.1 Secado del grano de café.

La forma de procesamiento del secado natural de los granos del café realizados en Brasil es debido a la utilización de una menor labor y maquinaria, al igual que niveles de consumo de agua menores. En el procesamiento del secado del café en humedad para elaborar cafés lavados, como en el caso de El Salvador y en otros países de Sur América, produce café de mejor calidad.

Así como lo dicen otros investigadores, el proceso de secado del grano de café al sol en zonas amplias o algunos denominados patios necesita de un período de tiempo que varía de entre 2 y 4 semanas, presentando diferencias dependiendo de factores como el clima o los procesos suplementarios del secado del grano por secadores de aire caliente con mayor importancia en las etapas finales del proceso de secado. En su mayoría y casi por obligación los agentes extraños y que no presentan interés en el proceso como lo son varas y piedras, así como los

granos que no cumplen con los estándares ya sea por estar inmaduros, manchados o descompuestos se eliminan (9).

2.3.1.6.2 Tostado del café.

Café Punta del Cielo, menciona que la etapa del café en el que es tostado, el tueste, le permite poseer el olor característico y atractivo para su consumo debido a las transformaciones químicas que inmersas. El proceso del tostado requiere de tres partes diferentes: En primer lugar, es necesario que los granos disminuyen su humedad y eleven su temperatura, también llamada deshidratación ya que el grano llega a 100° Centígrados; en segundo lugar, el café es tostado y alterado química y físicamente; por último, el grano ya tostado debe enfriarse. Esta última etapa busca detener el proceso para mantener el estándar de tueste (12).

En la etapa inicial los granos sufren reacciones físicas y químicas al deshidratarse de un 90 a un 70%, pasando de un color verde brillante a un amarillo pálido, expulsando un aroma de tendencia de cereales. Las reacciones de pirolisis permite cambios fundamentales en tueste del café, ya que a partir de los 160° C la presión interna del grano aumenta a tal grado de perder el agua de su interior y “crujir”, es decir, el grano se divide expulsando CO₂ por la oxidación de los carbohidratos. En este nivel del proceso los granos vuelven a cambiar de color, pasando del amarillo claro mientras una de sus partes llamada película se desliga de este al aumentar el tamaño del grano. Tal como dice Café Punta del Cielo, las

células presentes en los granos de café generan polisacáridos solubles en agua, gracias a que realizan una hidrólisis de compuestos, lo que a lo largo del proceso carameliza el grano, dando lugar a su aspecto oscuro y produciendo su peculiar aroma. En este proceso se puede obtener el enunciado siguiente, a “mayor velocidad de la tuesta, mayor astringencia”, esto al no lograr las reacciones de reacción de ácidos, factor que incide en un aumento en su acidez positiva. Al seguir aplicándole calor al grano, es decir, al seguir tostándolo se presenta un “segundo crujido” el cual indica la ruptura de la estructura del tratado, brindándole un aspecto brillante. Y de continuar con este proceso, los almidones y los azúcares ya caramelizados tenderán a carbonizarse obteniendo finalmente el tostado oscuro del quemado usual de los granos de café. Al obtener el nivel deseado de tostado es necesario detener el proceso, esto puede ocurrir al exponerse a aire frío o a agua. De utilizar esta última técnica es imperativo determinar la efectiva cantidad de agua a adherir al café tostado, ya que el café adquiere peso al rehidratarse. El tiempo total de este proceso varía entre 7 y 30 minutos, dependiendo del tipo de tostador (12).

El rango de temperatura usado suele diferenciarse dependiendo del objetivo del proceso y de su etapa. Las temperaturas en el tueste claro rodean los 193°C, los 200°C son implementados en el tueste medio, y los 218°C son normalmente alcanzados en el tostado oscuro. Al finalizar este proceso el resultado es

trasladado a unas bandejas de acoplamiento, buscando detener el proceso enfriando el producto (12).

Las características de los tipos de tostados son las siguientes:

- **Tostados claros:** Con mayores índices de acidez y tenue fragancia, típico de granos ligeros.
- **Tostado medio:** De uso popular o general, sabor fuerte y normal acidez.
- **Tostado oscuro:** Caracterizado por ser el que produce un café más fuerte, amargo, menos amargo y de corpulencia suave. Llamado frecuentemente italiano.

Pueden existir mezclas entre el origen del grano y su tipo de tueste, dando lugar a un gran número de resultados posibles, según el tipo de tratamiento y de adquisición del grano (12).

2.3.1.6.3 Factores que afectan el proceso de tostado (12).

- Niveles de humedad y calor del ambiente.
- Características del grano como densidad, peso y longitud.
- Etapa de crecimiento del grano
- Etapa de maduración del café.
- Tipo de corriente del gas al ser tostado.

- Nivel de la temperatura al ser tostado.
- Duración del proceso de tueste y hora en que se realice.
- Relación entre el tiempo de tueste y el incremento de la temperatura.

2.3.1.7 Estructura, composición química y valor nutritivo del grano de café.

2.3.1.7.1 Estructura del grano de café.

Un estudio anterior considera como una drupa al fruto del café y que llegan a una separación de los tejidos menos próximos a la semilla a medida van madurando, esto gracias a una división mucilaginosa, del endocarpio, delgado, duro y coriáceo, al cual se le conoce como pergamino (13).

Es común conceptualizar que el cultivo de café presenta madurez fisiológica que le traen cambios físicos y morfológicos presentes tras la fecundación para llegar a un momento en que las semillas pueden ser cosechadas. El género *Coffea*, presenta similitudes en los tiempos de germinación de sus miembros, los frutos tardan entre 10 a 12 semanas, o a veces más de 12 meses, en pasar del crecimiento del fruto cubierto entre la antesis (duración que va desde la abertura de la flor hasta la aparición del fruto) y la maduración completa. En el caso de *Coffea* Arábica es requerido un período de entre 6 y 8 meses para madurar, pero usualmente sólo la parte externa del perisperma rodea al endospermo. Tal como

menciona Bolívar el endospermo es el grano que luego de los procesos posteriores a la cosecha conforman el “café verde”, comercializado a nivel internacional. Los frutos maduros del café se constituyen por el pericarpio, la piel plateada y por el endospermo”, como es posible verificar a continuación en la siguiente figura N° 1 (13 p 32).

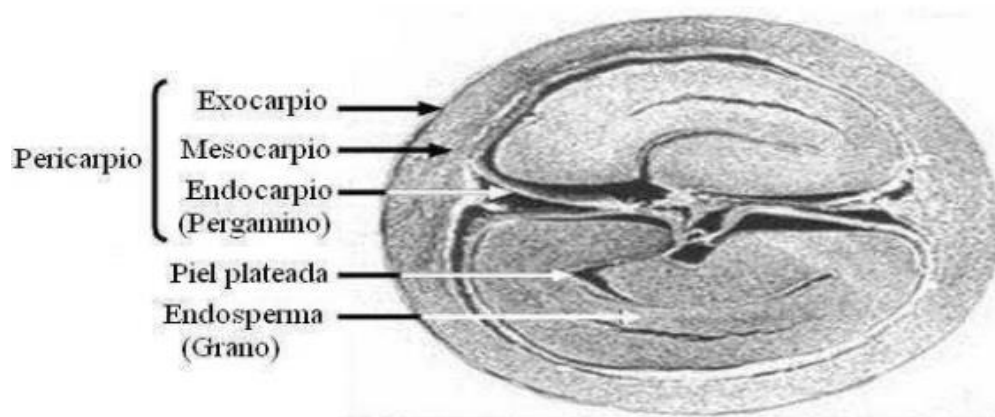


Figura N° 1. Representación esquemática de los tejidos presentes en los frutos maduros de *Coffea sp* (220-250 días después de la floración).

Fuente: Bolívar (13 p. 32).

- **Pericarpio.**

La parte del pericarpio se encuentra formada por diversos tejidos, tres partes fundamentales: Su piel, llamada exocarpio, el mesocarpio y el endocarpio. El exocarpio siendo éste 43,2% en base húmeda, permanece verdoso coloreado en como tejido hasta que este casi finaliza su desarrollo, y mientras este llega a la parte final se va volviendo amarilloso y posteriormente rojizo. Esto debido a que a

medida se desarrolla el fruto pierde clorofila y almacena antocianinas en las últimas etapas de maduración del fruto.

Es imperativo atender el cambio de color del fruto ya que este es uno de los principales criterios e indica la madures del fruto. Algunas trasformaciones no inducidas del tipo de Coffea arábica, como por ejemplo el caso de los amárelos permanecen amarillento en su mayor parte del desarrollo.

El mesocarpio o así llamado “pulpa verdadera” posee grandes cantidades de sacarosa y de azúcares reducidos y contiene altos niveles de agua en un 11.8% del fruto en base húmeda. Asimismo contiene 0.5 a 2mm de espesor, el cual se clasifica en externa e interna. La capa externa del mesocarpio se constituye por células parénquimas y de paredes celular compacto y denso en frutos de carácter verdoso que pierden espesor al madurar, lo que se atribuye a cambios en la estructura de la pectina (13).

- **Perisperma o piel plateada**

El ahora conocido como perisperma del café, antes llamado comúnmente como “entegumento”o “espermodermo”, empieza a desarrollarse a partir del nucellus (el cual Bolívar [2009] recalca que es la parte en la que toma parte el desarrollo del embrión, en el medio del óvulo de la planta) del óvulo inmediatamente al terminar la fecundación. Un lacerante proceso produce divisiones celulares, mientras que

se engrandece en durante las etapas primarias de la evolución del perisperma, descrito por poseer una mayor presencia de preso fresco. El perisperma externo se presenta como una cubierta verdosa cubriendo a su totalidad el endospermo iniciando en los 150 y los 200 días después de la floración. El perisperma en la etapa madura, cambia de apariencia convirtiéndose en una ligera película o una menos concreta piel de color plateado que representa el 0,2% del total de los frutos y está formada por células esclerénquima organizadas longitudinalmente (13).

- **Endospermo**

El endospermo comúnmente es conocido como “café verde” y este es aproximadamente el 38.9% del fruto en su basa seca y el 55.4% del fruto en base húmeda. Las células dentro del endospermo son conocidas por la delgadez de sus paredes que empiezan su proceso de espesear a partir de los 130 días a los 190 partiendo de la floración. La forma natural de ésta parte del fruto es elíptico u ovalada, plano convexo, teniendo una pequeña rajadura longitudinal de su estructura. El endocarpio presenta una consistencia rigurosa y rodea al grano en su capa exterior de tono marrón pálido que se transforma a pergamino al terminar el proceso de secado (figura 2). Existe una fina cubierta verdosa que envuelve el endocarpio perteneciente al perisperma del fruto llamada piel plateada (13).



Figura N° 2. Grano de café con la capa pergamino.

Fuente: Bolívar (13 p. 33).

Dentro de lo descrito anteriormente se puede observar más a detalle que contiene al embrión que solamente mide de 3 a 4 mm, el cual está conformado por dos partes esenciales, el axis y dos cotiledones cordiformes adherente; su ubicación es cercana a la superficie convexa del grano (tal como es posible observar en la figura 3). Este es el encargado de almacenar reservas y es directamente dependiente del endospermo antes de que su plántula sea autótrofa.

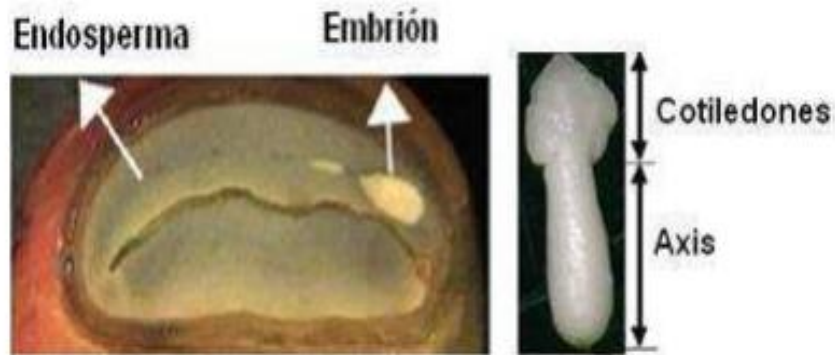


Figura N° 3. Localización del embrión en el grano de café y forma del embrión.

Fuente: Bolívar (13 p. 33).

2.3.1.7.2 Composición química del grano de café.

Tabla N°3. Composición química de los granos verdes y tostados de las especies *Coffea arábica* y *Coffea canephora* y de café instantáneo. (% en base seca).

Componentes químicos	<i>Coffea arábica</i>		<i>Coffea canephora</i>		Café instantáneo
	Verde	Tostado	Verde	tostado	
Minerales	3,0-4,02	3,5-4,5	4,0-4,5	4,6-5,0	9,0-10,0
Cafeína	0,9-1,2	~1,0	1,6-2,4	~2,0	4,5-5,1
Trigonelina	1,0-1,2	0,5-1,0	0,6-0,75	0,3-0,6	-
Lípidos	12,0-18,0	14,5-20,0	9,0-13,0	11,0-16,0	1,6-1,6
Total de ácidos clorogenico	5,5-8,0	1,2-2,3	7,0-10,0	3,9-4,6	5,2-7,4

Ácidos alifáticos	1,5-2,0	1,0-1,5	1,5-2,0	1.0-1,5	-
Oligosacáridos	6,0-8,0	0-3,5	5,0-7,0	0-3,5	0,7-5,2
Total de polisacáridos	50,0- 55,0	24,0-39,0	37,0- 47,0	-	~6,5
Aminoácidos	2,0	0	2,0	0	0
Proteínas	11,0- 13,0	13,0-15,0	11,0- 13,0	13,0-15,0	16,0-21,0
Ácidos húmicos	-	16,0-17,0	-	16,0-17,0	15,0

Fuente: Bolívar (13 p. 35).

- **Sustancias minerales**

Los minerales son un factor decisivo en el desarrollo de un fruto tanto en su estructura como en su composición. Si se cita a Bolívar, se puede observar que los minerales inciden en la composición química de “carbohidratos, proteínas y lípidos” (13 p.36). De igual manera, se tiene el dato que diversos autores adjudican los tipos de resultados de un café al tipo de relación que esté tuvo con los minerales durante todo el proceso antes de ser servido, cómo en su desarrollo, para sus propiedad físicas y para su aroma y sabor. Asimismo, manera se considera que cafetos pueden crecer y desarrollarse de forma satisfactoria en “soluciones minerales de iones de fosfato, nitratos, amonio o urea, sulfatos, férricos, potasio, calcio, magnesio” (13 p. 35).

Tabla N°4. Contenido mineral típico de granos verdes de Coffea arábica.

Componentes mayores (mg%)		Componentes menores (mg%)	
K	1350-1312	Cr	74-1320
Mg	142-176	V	70-110
Ca	76-20	Ba	<100-615
Na	2,3-17	Ni	11-388
Fe	2,1-10,5	Co	10-93
Mn	1,1-9,8	Pb	18-77
Rb	0,6-4,2	Mo	11-27
Zn	0,5-3,2	Ti	4-20
Cu	0,5-2,3	Cd	3
Sr	0,4-1,3		

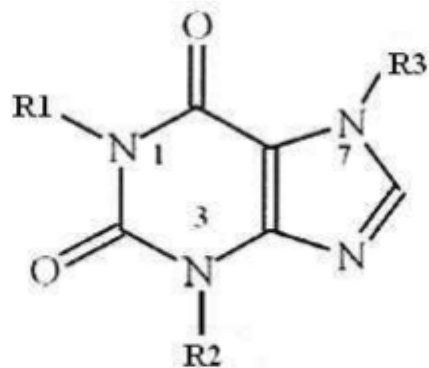
Fuente: Bolívar (13 p. 36).

- **Componentes del nitrógeno**

Hace referencia a los compuestos que dentro de su estructura química contienen nitrógeno orgánico e inorgánico (tal es el caso de los alcaloides, aminoácidos y proteína). Otros de estos son partes del nitrógeno, caracterizados por ser volátiles y las partes que son solubles en grasa (13).

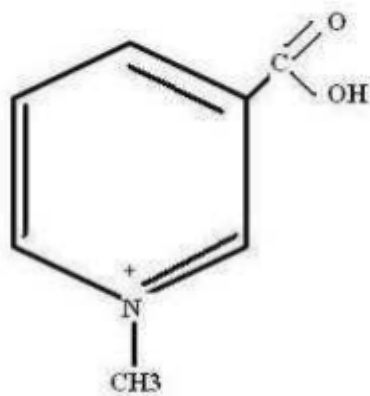
Alcaloides:

Los granos de café contienen diversos alcaloides, dentro de ellos el quizá más importante es la cafeína (1, 3,7 trimetilxantina), a la cual se debe la gran mayoría de los estímulos energéticos de la bebida. La proporción de cafeína varía por los distintos tipos de grano, por ejemplo: El café *Canephora* por lo usual contienen una cantidad mayor de cafeína (1, 6- 2,4%) en comparación con el café de tipo *Coffea arábica* (0,9 – 1,2%). También existen “pequeñas cantidades de (1.5-2.5 ppm) de teobromina (3,7-dimetilxantina) y trazas de teofilina (1,3-dimetilxantina), la trigonelina, una metilbetaina de la piridina, se haya en mayor concentración en *Coffea arábica* (1.0-1.2%) que en *Coffea Canephora* (0.6-7.4%)” Siendo ese último, así como se explica, de mayor importancia al tener una relación directa con la niacina (vitamina de gran rendimiento). La trigonelina no se ve significativamente afectada en el proceso de industrialización del café verde o en el de descafeinización, sin embargo, se ve disminuida, Bolívar menciona las siguientes vitaminas: niacina, nicotidamina, piridina y pirroles, estas dos últimas son caracterizados por ser partes volátiles de fragancia (13 p. 37).



Esqueleto de la purina

R1	R2	R3	
CH ₃	CH ₃	CH ₃	Cafeína
H	CH ₃	CH ₃	Teobromina
CH ₃	CH ₃	H	Teofilina



Trigonelina

Figura N° 4. Fórmula estructural de los alcaloides del grano de cafe.

Fuente: Bolívar (13 p. 38).

Proteínas y aminoácidos libres:

Las proteínas pueden presentarse en diversas formas dentro de los frutos, como ejemplo se puede explicar el caso del café verde, las proteínas están parcialmente desligadas o ligadas a polisacáridos en las paredes celulares, se calcula que una tercera parte de las proteína perteneciente en este tipo de café se encuentra en relación con el arabinogalactano de la pared celular, formando en arabinogalactano tipo II. Las proteínas de igual manera pueden reaccionar con otro componentes, por ejemplo los carbohidratos (reacción maillard) o con algunos tipos de compuestos, como los compuestos fenólicos, generando cambios o incidiendo en características apreciables a simple vista, como el aroma y el color (13 p. 39).

La estructura química de los granos de café está constituida tanto por aminoácidos unidos, (tal es el caso de las proteínas) como por aminoácidos libres; estos últimos representan el 2% de los granos de las variedades de Coffea arábica y canephora; se encuentran, del mismo modo, tipos de aminoácidos que se desarrollan habitualmente en los tejidos de las plantas así como trazas de aminoácidos de poca frecuencia, cuan es posible tener certeza en la siguiente tabla (tabla N° 5). En algunos casos expertos denominan como de base geográfica y botánica la implementación de los perfiles de aminoácidos (13).

La proteólisis se ha analizado al presentar cambios en al estar expuestos a elevadas temperaturas en diferentes etapa del proceso de industrialización como en el almacenamiento (tales como en la alanina, isoleucina y tirosina), así como partidas en reacciones fuera de enzimas pertenecientes a aminoácidos libres; tal como explica otro estudio, de igual manera presentan una disminución en los niveles de azúcares reductores, así como una descoloración marrón y conlleva a resultar en un café de menor calidad. En la etapa del tueste se menciona que los aminoácidos libres sufren diferentes tratados en esta etapa como el ser degradados y procesos de combinación con diferentes compuestos con el fin de obtener una mezcla profunda de componentes volátiles y no volátiles”: un significativo número de estos volátiles infieren en el aroma, teniendo relación el número de los aminoácidos libres con factores como el aroma y directamente con la calidez del tueste (13).

Tabla N°5. Contenido de aminoácidos libres en granos de café verde.

Aminoácido	Contenido en % base seca	
	Coffea arábica	Coffea Canephora
Total	0.37-2.4	0.66-2.88
Glicina	>0.03	0.02-0.03
Alanina	0.05-0.24	0.09-0.11
Valina	>0.08	0.02-0.03
Isoleucina	>0.04	0.01-0.02
Leucina	>0.03	0.02-0.03
Fenilalanina	0.01-0.08	0.03-0.04
Tirosina	>0.04	0.010.02


Acido glutámico	0.05-0.33	0.07-0.09
Treonina	0.05-0.30	0.08-0.09
-0.05	0.11-0.49	0.07-0.09
Prolina	>0.006	>0.01
Ácido amino butírico	0.03-0.19	0.04-0.05
Lisina	0.03-0.14	0.04-0.05
Histidina	0.03-0.33	0.10-0.11
3-metilhistidina	>0.07	0.01-0.02
Triptófano	>0.04	>0.006
Arginina	>0.05	>0.006
Cisteína	0.01-0.02	0.04-0.05
Metionina	0.04	


Fuente: Bolívar (13 p. 40).

2.3.1.7.3 Aspectos nutricionales del café.

En los granos de café se presentan un numeroso número de componentes químicos tales como “potasio, magnesio, fibra, vitamina B₃, hierro, hidratos de carbono, vitamina B₂, calcio, fósforo, calorías, proteínas y ácidos grasos poliinsaturados” tal como explica Salud y Buenos Alimentos (14). El magnesio, representa un rédito para el sistema inmunológico del consumidor debido a que acrecienta la producción de glóbulos blancos. El 60% de magnesio consumido por un usuario se considera reside en el sistema óseo (huesos y dientes), el 28% en demás músculos y órganos, y el restante 2% en líquidos internos del cuerpo. La vitamina parte del complejo B encargada de transformar la energía procedentes de hidratos de carbono, proteínas y grasas, es la niacina (o B₃), así mismo, ayuda al relajamiento de vasos sanguíneos al proporcionarles elasticidad, equilibrando y

regulando la glucosa y los niveles de ácidos grasos presentes en la sangre, y del mismo modo disminuye los niveles de colesterol producido por el hígado. La niacina es la encargada, en cooperación con otras vitaminas del complejo B, de la salud y bienestar del sistema nervioso, así como la salud de la piel y de la mucosa digestiva. Dentro de las vitaminas del complejo B se encuentra la riboflavina (o vitamina B₂) que dirige el proceso mutar en energía el alimento y junto con la vitamina E son antioxidantes dentro del organismo. Otras vitaminas de este mismo complejo son las vitaminas B₃ y B₆, las cuales son las responsables del desarrollo de glóbulos rojos, contribuyendo a que el sistema inmune permanezca saludable y en buen funcionamiento. El calcio aporta en la fortificación de partes del sistema óseo (huesos, dientes y encías) y colabora mermando el colesterol en la sangre y así evitando enfermedades cardiovasculares, esto debido a las propiedades del calcio en el control del colesterol en la sangre. De igual manera Salud y Buenos Alimentos, indica que los otros nutrientes presentes minoritarios, ubicados por su aporte al organismo, tales como: “selenio, vitamina E, ácidos grasos saturados, grasa, cinc, vitamina B₆, vitamina B₉, vitamina B, sodio, ácidos grasos monoinsaturados, yodo, agua y vitamina A” (14).

Café Descafeinado Soluble [Frutas Tropicales Café]											
	Energía [Kcal]	Proteín [g]	Hidrato [g]	Fibra [g]	Grasa [g]	AGS [g]	AGM [g]	AGP [g]	Coleste [mg]	Agua [g]	Alcohol [g]
	228	13,90	42,60	-	0,22	0,10	0,02	0,10	-	3,20	-
	Calcio [mg]	Hierro [mg]	Yodo [µg]	Magnesi [mg]	Cinc [mg]	Selenio [µg]	Sodio [mg]	Potasio [mg]	Fósforo [mg]	Caroten [µg]	Retinol [µg]
	160	3,80	-	311	0,11	17,30	23	3.501	286	-	-
Vit A [µg]	Vit B1 [mg]	Vit B2 [mg]	Vit B3 [mg]	Vit B6 [mg]	Vit B9 [µg]	Vit B12 [µg]	Vit C [mg]	Vit D [µg]	Vit E [µg]		
-	0,01	1,36	28,63	0,03	-	-	-	-	-		

Café en Grano [Frutas Tropicales Café]											
	Energía [Kcal]	Proteín [g]	Hidrato [g]	Fibra [g]	Grasa [g]	AGS [g]	AGM [g]	AGP [g]	Coleste [mg]	Agua [g]	Alcohol [g]
	315	13,50	6,70	58,20	13,10	5,16	1,07	5,13	-	4,34	-
	Calcio [mg]	Hierro [mg]	Yodo [µg]	Magnesi [mg]	Cinc [mg]	Selenio [µg]	Sodio [mg]	Potasio [mg]	Fósforo [mg]	Caroten [µg]	Retinol [µg]
	146	17	3,30	201	0,71	4,90	12	1.653	192	-	-
Vit A [µg]	Vit B1 [mg]	Vit B2 [mg]	Vit B3 [mg]	Vit B6 [mg]	Vit B9 [µg]	Vit B12 [µg]	Vit C [mg]	Vit D [µg]	Vit E [µg]		
1	0,07	0,18	13	0,14	22	-	-	-	2,70		


Café Soluble [Frutas Tropicales Café]											
	Energía [Kcal]	Proteín [g]	Hidrato [g]	Fibra [g]	Grasa [g]	AGS [g]	AGM [g]	AGP [g]	Coleste [mg]	Agua [g]	Alcohol [g]
	227	14,60	41,10	-	0,50	0,19	0,04	0,20	-	3,50	-
	Calcio [mg]	Hierro [mg]	Yodo [µg]	Magnesi [mg]	Cinc [mg]	Selenio [µg]	Sodio [mg]	Potasio [mg]	Fósforo [mg]	Caroten [µg]	Retinol [µg]
	160	4,40	-	390	0,48	12,60	41	4.000	350	-	-
Vit A [µg]	Vit B1 [mg]	Vit B2 [mg]	Vit B3 [mg]	Vit B6 [mg]	Vit B9 [µg]	Vit B12 [µg]	Vit C [mg]	Vit D [µg]	Vit E [µg]		
-	0,01	0,11	24,90	0,03	3	-	-	-	-		

Figura N° 5. Comparación de aporte nutricional por cada 100g de porciones comestibles.

Fuente: Salud y buenos alimentos (14).

2.3.2 Moringa

2.3.2.1 Descripción botánica del árbol de moringa.

Tabla N°6. Clasificación botánica (Moringa oleifera).

Nombre Común: Teberinto, Marango, Moringa, Paraíso.
Reino: Plantas
Subreino: Embriophyta
Clase: Dicotiledónea
Orden: Rodéales
Familia: Moringáceas
Especie: Oleífera
Nombre Científico: Moringa oleifera.

Fuente: Contreras, Ochoa y Ramírez (16 p. 14)



Figura N°6. Árbol de moringa (Moringa oleifera).

Fuente: Contreras et al., (16 p. 14)

Existen 13 tipos de árboles de moringa, de los cuales la clase de *Moringa oleífera* y *Moringa stenopetala* son las más utilizadas e investigadas. Agregando, en las Islas Canarias desde hace unos años, se ha estudiado un subtipo de *Moringa* con ramas y frutos rojos.

El árbol de teberinto se desarrolla en suelos secos y arenosos. Sus raíces verticales penetran los suelos a largas longitudes, lo cual le permite obtener y almacenar agua para su subsistencia en regiones secas. La moringa se desarrolla más efectivamente en temperaturas de 25 ° a 45 ° Celsius. Con respecto a las precipitaciones florece gratificadamente en “regiones con precipitaciones anuales desde 500 mm por metro cuadrado”. El árbol de moringa tiene una variación en la altitud del terreno de plantación que va desde los 0 a los 1000 metros sobre el nivel del mar. Por otro lado, el teberinto suspende el crecimiento a una temperatura menor a 18 ° C. De tener condiciones precisas para su crecimiento y desarrollo estos árboles pueden vivir más de 25 años con crecimiento excepcional, pudiendo alcanzar un máximo de 8 metros de altura en el primer año y 12 en promedio en su madures (15).

Con sólo tres meses desde la germinación la planta puede florecer y antes del primer año desde está misma fecha puede brindar frutos con semillas que son parecidas a las avellanas. Ya que la copa es despejada y cede el paso de luz solar, posibilita el cultivo de otras especies en el terreno contiguo. El árbol de

teberinto es un posee una cualidad particular al poder ser utilizadas todas las partes de este, la mayoría son comestibles o poseen características curativas, en algunas regiones el árbol es conocido por alguna de sus partes, tal como lo dicen investigadores: “sus raíces, flores, hojas, frutos (vainas), semillas, corteza, sus ramas y su resina” (15).

En Alemania se le conoce por la traducción de “árbol de rábano picante”, debido a su similitud en sus raíces, olor y sabor con el rábano picante. Se considera que los ingleses del tiempo colonial indio, accidentalmente utilizaron la raíz de moringa en lugar del rábano picante. En Inglaterra se le conoce con la misma traducción (nativamente “Horseradish-Tree”). También se le denominó “mejor amigo de las madres”, debido que producía mayor calidad y cantidad de leche en mujeres que estén amamantando, ya que las hojas de teberinto “muestran la mayor densidad de sustancias nutritivas de entre todos los alimentos naturales conocidos”. Las hojas de Moringa pueden ser comercializadas como un alimento con un alto valor nutritivo, luego de secar y moler las hojas, por sus “vitaminas, minerales, oligoelementos, aminoácidos, proteína, clorofila” según investigaciones previas, “así como otras sustancias vegetales en una combinación óptima para la absorción humana” (15).

2.3.2.2 Origen y distribución

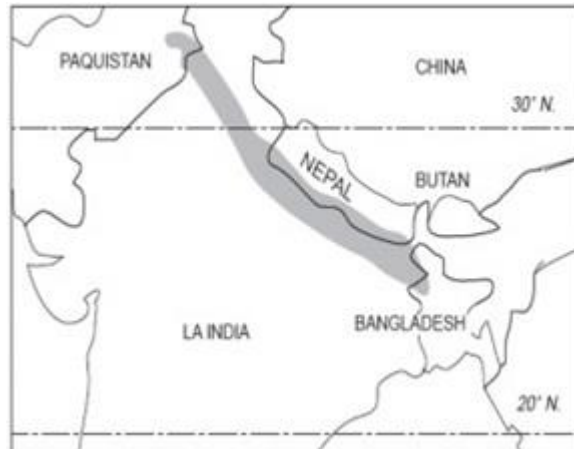


Figura N°7. Distribución original del teberinto

Fuente: Contreras et al. (16 p.15)



Figura N°7. Distribución mundial del teberinto

Fuente: Contreras et al. (16 p.15)

El árbol moringa es originario de una zona entre varios países de Asia, más exactamente es una zona entre la parte sur del Himalaya, el noreste de India y Paquistán, el noroeste de Bangladesh y Afganistán y la parte suroeste de Nepal. Con el paso del tiempo este cultivo se desplazó hacia el resto de India subió hasta Mongolia en el norte y al oeste hasta Arabia Saudita, también en la mayor parte de África, pero no en norte de este continente, en todas las Indias Occidentales, y en todos los países de América Latina, a excepción de Chile, Argentina, Uruguay y Bolivia. Su distribución original puede ser apreciada En la figura N° 7, se ve la inicial distribución de este fruto y en la figura N° 8, su distribución mundial (16).

2.3.2.3 Temperatura

El origen del teberinto es tropical, lo cual le permite adaptarse a una significativa variedad de condiciones climatológicas (semiáridas, semi-húmedas y húmedas) y de suelos (arenosos y secos). Asimismo, la moringa se desarrolla eficientemente hasta unos 1800 msnm de altitud y con temperaturas recomendadas de entre 24°C y 32°C, sin embargo, se tiene en conocimiento que pueden crecer en un intervalo más amplio que va desde los 20°C hasta los 40°C (16).

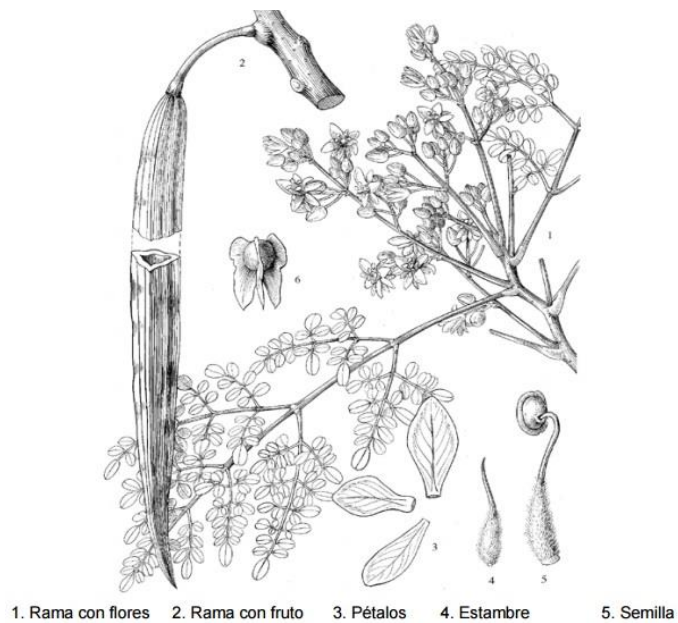


Figura N°9. Partes componentes del árbol de Teberinto (*Moringa oleifera*).

Fuente: Contreras et al. (16 p. 16).

2.3.2.4 Régimen de Lluvias

A pesar de que el árbol de moringa tenga un alto grado de adaptabilidad ante suelo áridos, si se encuentra en temporada de sequía extrema es imperativo abastecer la plantación por medio del riego, el cual debe ser suministrado si el promedio de precipitación anual es menor a 300 mm, se debe de suministrar 700 mm anuales de agua administrados periódicamente en un año, con el fin de poseer las plantaciones establecidos sin recurrir al riego (16).

2.3.2.5 Suelos

El árbol de moringa presenta una gran capacidad de adaptabilidad de suelos ácidos, aluviones arenosos, guijosos o alcalinos. Sin embargo distintas pruebas y estudios han demostrado una mejor respuesta de crecimiento en “suelos neutros o ligeramente alcalinos, bien drenados o arenosos y donde el nivel freático permanece bastante alto por todo el año” según investigadores (16 p. 17).

2.3.2.6 Fertilización

De manera general, los árboles de moringa suelen desarrollarse de manera eficiente sin la implementación de fertilizantes a estos. Sin embargo, la aplicación de estos a los cultivos incrementa la producción de los árboles (16).

2.3.2.7 Agentes dañinos

De igual manera el árbol de moringa es conocido por conservarse ante una amplia cantidad de parásitos. Las plagas como terminas, zompopos e inclusive en ocasiones gusanos, representan los principales agentes dañinos a éste tipo de plantación. En temporadas con agua abundante las raíces tienden a pudrirse (16).

2.3.2.8 Limitaciones de uso y cultivo (16)

- El árbol de moringa tiende a perder sus hojas y a necesitar riego en sequías prolongadas.

- El árbol de moringa si se poda puede sufrir deformaciones por fuertes vientos, ya que su madera es particularmente blanda y no es utilizada para construcciones.
- De manera general, el fruto del teberinto no es atractivo ni recomendado al consumo ya que presenta un sabor amargo, por otro lado, contiene un gran valor nutricional.
- El árbol de moringa tiende a tener un máximo de vida de uno 20 años aproximadamente.
- El árbol de moringa por ser de origen tropical, también presenta un fuerte rechazo ante temperaturas bajas, pudiendo estas destruir el árbol.

2.3.2.9 Contenido nutricional de la moringa

El teberinto es uno del alimento más completo nutricionalmente, “contiene fibra, enzimas, ácidos grasos, minerales, proteínas y vitaminas” que se combinan de una manera beneficiosa para quien ingiere este alimento. Contiene una alta e inusual concentración de nutrientes en sus hojas, así como un elevado contenido de una amplia variedad de minerales como “potasio, calcio, magnesio y fósforo, cantidades suficientes de cromo, hierro, zinc y cobre entre otros”. Del mismo modo, el consumo de teberinto representa una cooperación al sistema inmune ya que el teberinto “posee los 20 aminoácidos (...) Contiene casi todas las vitaminas: A, B₁, B₂, B₃, B₆, B₇, C, D, E, (y) más de 46 antioxidantes (15).

2.3.2.10 Usos de la planta

Como ya se ha dicho, el árbol de moringa posee una considerable cantidad de proteínas, vitaminas y minerales. Los tallos, raíces, frutos y flores del teberinto son comestibles por humanos o por animales y las hojas, en especial, presentan un sabor agradable al consumo humano y una gran variedad de formas de consumo (17).

Las hojas de teberinto son consideradas por algunos autores como uno de los alimentos más completos y beneficiosos para la dieta de personas normales, deportistas o personas que necesiten una dieta con mayores cantidades de proteínas, minerales, aminoácidos y vitaminas. Las partes comestibles del teberinto pueden ser comidas de distintas formas, según Quintana y Alvarado, como por ejemplo: una forma de consumir las hojas de este árbol es en ensaladas, por otro lado, algunas personas habitúan comer las flores cocinadas con huevos de gallina, muchas personas comen las semillas en sustitución de al otras personas consumen la raíz en lugar del rábano picante. Así mismo, el polvo producido por moler las hojas secas de teberinto se usa para cocinar o mezclas para fortificar alimentos (17).

La madera del árbol de teberinto no tiene uso en construcción debido a su frigidez, pero es comúnmente utilizada en la elaboración de pulpa de papel, carbón y leña de calidad a una temperatura de 4.600 Kcal/kg y una densidad de 0.6 (17).

La semilla del árbol de moringa, al igual que las otras partes de esta planta, puede utilizarse en diferentes áreas, por ejemplo aplicada en una tasa de 30-200 mg/l del polvo puede aclarar aguas con distintos grados de turbidez, ya que contiene una gran cantidad de coagulantes dentro de su composición química, al igual que es conocida por la eliminación de “bacterias indicadoras de contaminación fecal”. Ésta presenta un beneficio tanto en salubridad como en economía en los países en desarrollo al ser una herramienta de bajo costo, simple manejo y de gran utilidad en la potabilización del agua. Estas semillas poseen proteínas solubles en agua (con propiedades catiónicas), y estas junto con los aminoácidos, ácido aspártico, ácido glutámico, histidina, arginina y lisina que poseen una naturaleza hidrófila, por medio de procesos de absorción la interacción con las partículas coloidales, aportando así a su remoción en las semillas de este fruto, que gracias a sus técnicas de absorción y puente químico, capaces de reaccionar con partículas coloidales, las cuales se encargan de los niveles de turbidez en el agua, logrando de esta manera su erradicación (17).

Al cocinar las flores del teberinto se presentan ciertas características como: un peculiar olor a hierbas, un tono pálido verdoso en las flores de sabor peculiar entre ácido y picante y de una textura “rechinosa”. Por otro lado, los tallos cocidos presentan otras características, por ejemplo: aroma suave, tono verde olivo, sabor picante y textura fibrosa (17).

Tabla N°7. Análisis nutricional de estructuras de la planta (por cada 100g).

Componentes nutricionales	Vainas	Hojas	Polvo de hojas
Agua%	86.9	75	7.5
Calorías	26	92	205
Proteína (g)	2.5	6.7	27.1
Grasa (g)	0.1	1.7	2.3
Carbohidrato (g)	3.7	13.4	38.2
Fibra (g)	4.8	0.9	19.2
Minerales			
Minerales (g)	2.0	2.3	---
Ca (mg)	30	440	2003
Mg (mg)	24	24	368
P (mg)	110	70	204
K (mg)	259	259	1324
Cu (mg)	3.1	1.1	0.57
Fe (mg)	5.3	70	28.2
S (mg)	137	137	870

Selenio (mg)			0.09
Vitaminas			
Ácido oxálico (mg)	10	101	1.600
Vitamina A-beta caroteno (mg)	0.11	6.8	18.9
Vitamina B-choline (mg)	4.23	423	---
Vitamina B1-tiamina (mg)	0.05	0.21	2.64
Vitamina B2-riboflavina (mg)	0.07	0.05	20.5
Vitamina B3-Ácido nicotínico (mg)	0.2	0.8	8.2
Vitamina C-ácido ascórbico (mg)	120	220	17.3
Vitamina E-acetato del tocoferol (mg)		---	113
Aminoácidos			
Arginina (g/16gN)	3.6	6.0	1.33%
Histidina (g/16gN)	1.1	2.1	0.61%
Lisina (g/16gN)	1.5	4.3	1.32%
Triptófano (g/16gN)	0.8	1.9	0.43%
Fenilalanina (g/16gN)	4.3	6.4	1.39%
Metionina (g/16gN)	1.4	2.0	0.35%
Treonina (g/16gN)	3.9	4.9	1.19%

Leucina (g/16gN)	6.5	9.3	1.95%
Isoleucina (g/16gN)	4.4	6.3	0.83%
Valina (g/16gN)	5.4	7.1	1.06%

Fuente: Quintanilla (17 p. 38).

Capítulo III. Hipótesis y Variables

Hipótesis	Variable	Concepto	Indicador
General	independiente	operativo	
El café tostado y molido fortificado con polvo de moringa presenta un aumento en su valor nutricional.	Porcentaje de adición de moringa	Adición de micronutrientes	Formulación de la del café.
	Aprovechamiento del polvo de moringa	Valorización del producto	Proporcionarle un valor agregado
	Variable dependiente	Concepto operativo	Indicador
	Alto valor nutricional	Aumento de micronutrientes del café tostado y molido	Análisis bromatológicos
	Utilización de polvo de moringa	Elaboración de un café tostado y molido fortificado con polvo de moringa	Comparar el contenido nutricional de del café fortificado con moringa con un café de origen comercial

Capítulo IV. Marco Metodológico

4.1 Lugar de trabajo

La elaboración del café fortificado con Moringa oleífera tuvo lugar dentro de las instalaciones de “PROCAFE” ubicado en Santa Tecla departamento de La Libertad.

4.2 Limpieza del área de trabajo

En función de eliminar las impurezas en el área de trabajo se realizaron las etapas a continuación:

- Fregado de la zona en que se trabajará: este fue el primer proceso, el cual se realizó con limpiador y agua en altas temperaturas.
- Drenado de la zona en que se trabajará: este proceso fue desarrollado con papel de cocina.
- Desratizado de la zona en que se trabajará: en este proceso se utilizó una solución en ppm de hipoclorito de sodio.

4.3 Higiene

Al personal que se encuentre en una relación directa en cualquier proceso de elaboración del producto se le prohíbe el uso de cualquier tipo de bisutería (aretes, diferentes clases de collares y anillos), productos químicos como maquillaje o

decoraciones en uñas (las cuales deben estar recortadas) así como deben mantener el cabello debidamente recogido, con el fin de evitar la contaminación del producto.

Como primer paso todo el personal debe limpiarse las manos con la aplicación de desinfectantes y sanitizantes hasta la altura de los codos. Luego de eso los empleados solamente manipularán los alimentos con el uso de guantes antibacteriales.

El personal que esté en las áreas de los procesos de los alimentos deberá portar una gabacha blanca e higienizada, delantal, guanteletes, botines de color blanco, mascarilla y cofia.

4.4 Materia prima y equipo

4.4.1 Materia prima

- Café grano en oro
- Hojas de moringa

4.4.2 Material de limpieza.

- Limpiador
- Champú para manos
- Cloro

- Papel de cocina
- Alcohol 90°
- Toalla mediana
- Trapeadores
- Escobón

4.4.3 Equipo.

- Balanza analítica
- Cocina de gas
- Perol de acero inoxidable
- Secador (para deshidratar)
- Horno tostador de café
- Cuchillos
- Molino
- Envases de acero inoxidable

4.2.4 Equipo de trabajo.

- Gabacha Blanca
- Botines blanquecinos

- Guanteletes
- Mascarilla
- Red para el caballo
- Delantal

4.5 Proceso de selección, clasificación y almacenamiento de materia prima.

4.5.1 Selección de materia prima.

La materia prima se seleccionó en una misma zona, el café variedad Bourbon para el proceso de tostado se obtuvo en la finca Santa Elisa localizada en el departamento de La Libertad municipio de Tepecoyo, El Salvador.

La Moringa oleífera que se utilizó se recolectó en la finca Santa Elisa ubicada en la misma dirección.

4.5.2 Clasificación de materia prima.

La materia prima utilizada ha sido clasificada con sumo cuidado, con el fin de prevenir cualquier tipo de contaminación parcial o total en la elaboración del proceso de producción.

4.5.3 Transporte y almacenamiento de materia prima.

Luego de la obtención de la materia prima necesaria para el desarrollo del café y la moringa fue almacenada en frascos tupper con el fin de que no tuviera contacto con la humedad.

4.6 Formulaciones del proceso de elaboración de un café tostado y molido fortificado con polvo de moringa y flujograma de proceso

Se realizaron 2 formulaciones diferentes, obtenidas de la unión del café tostado el café molido con el polvo de moringa, Las cuales fueron expuestas en un análisis sensorial. Con las formulaciones que se presentan a continuación:

4.6.1 Formulaciones

Formulación # 1

La siguiente formulación se realizó con café molido y polvo de moringa. Para la muestra "A".

Formulación en porcentaje

Ingredientes	Porcentaje
Café molido	50 %

Polvo de moringa	50 %
Total	100 %

Fuente propia

Formulación en gramos

		1 libra
Ingredientes	Porcentaje	454 g
Café molido	50 %	227 g
Polvo de moringa	50 %	227 g
Total	100 %	1 libra

Fuente propia

Formulación # 2

La siguiente formulación se realizó con café y polvo de moringa, para la muestra "B".

Formulación en porcentaje

Ingredientes	Porcentaje
Café molido	70 %
Polvo de moringa	30 %
Total	100 %

Fuente propia

Formulación en gramos

		1 Libra
Ingredientes	Porcentaje	454 g
Café molido	70 %	317.8
Polvo de moringa	30 %	136.2
Total	100 %	1 Libra

Fuente propia

4.6.2 Diagrama de flujo del proceso de obtención de café tostado y molido.



4.6.3 Proceso de obtención de café tostado y molido.

Selección de granos secos

Se seleccionaron y pesaron los granos de calidad más alta, los cuales no tuvieran ninguna clase de daño físico, con el propósito de prever variaciones en el producto final.

Limpieza del grano de café.

Se realizó una limpieza cuyo objetivo fue la eliminación del grano dañado o podrido, o cualquier otro tipo de daño o descomposición que éste pudiese tener.

Trillado

El trillado de café es un proceso delicado en el cual el café es pasado por una máquina que remueve la capa externa del grano dejando el grano de oro listo para el tostado.

Selección de grano trillado

En este proceso se separaron los granos de café que sufrieron algún tipo de daño mecánico durante el proceso de trillado para no afectar la calidad del café durante el proceso de tostado.

Tostado de café

Luego del seleccionado final, el café se pasó al horno tostador de café ahí un maestro tostador le proporcionó el punto adecuado de tostado al café a 220 grados centígrados por un período máximo de más de 15 minutos.

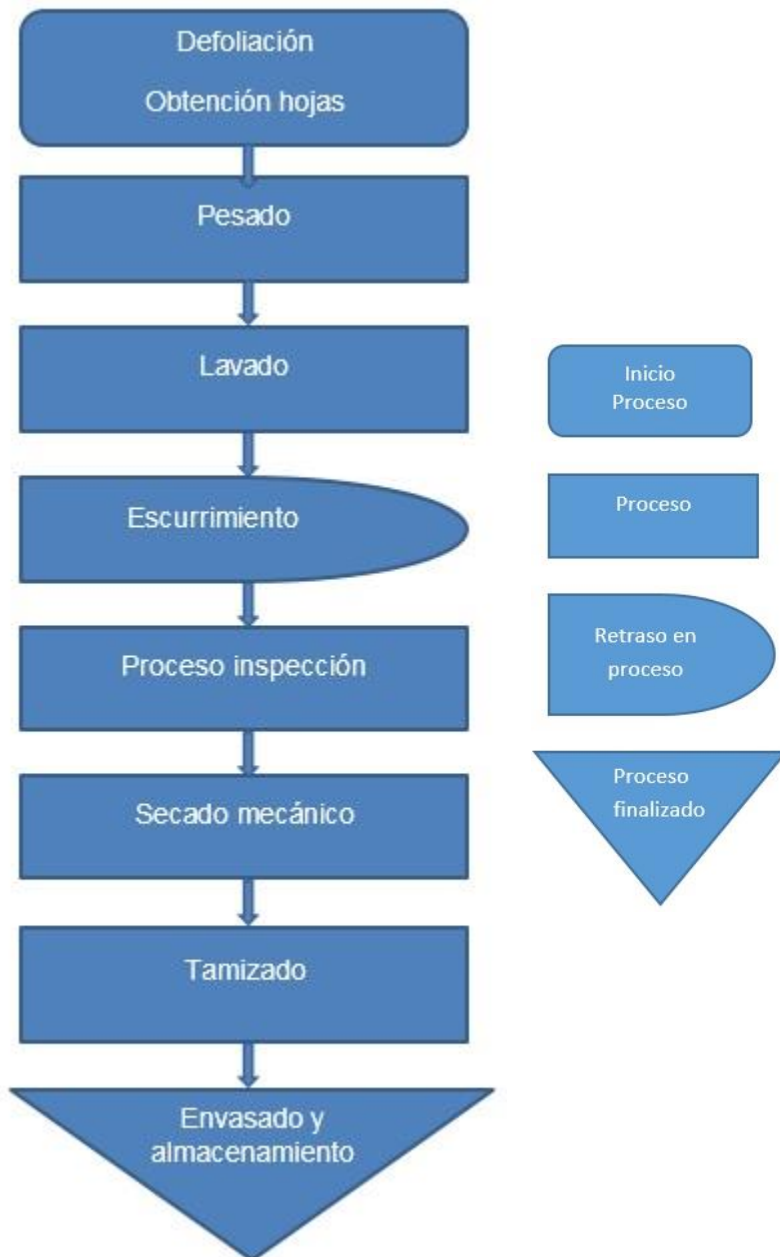
Secado

Después del tostado, inmediatamente el café se pasó al proceso de enfriado, ubicado en la misma máquina. Este paso debido a que ahí es donde se termina de resaltar todo el sabor y aroma del café, si no se hace un buen enfriado el café puede sobrecoarse generando un café mal tostado y con daño mecánico al romperse el grano por el exceso de temperatura.

Almacenamiento

El café tostado molido se selló en bolsas adentro de topper con el objetivo de que éste no pierda sus cualidades organolépticas. Fue almacenado temperatura ambiente.

4.6.4 Diagrama de flujo del proceso de obtención del polvo de moringa (*Moringa oleifera*).



4.6.5 Proceso de obtención del polvo de Moringa oleífera

Defoliación

La defoliación se empleó para poder depurar las hojas de los pecíolos. Sí mismo se eliminan las hojas dañadas o con plagas.

Pesado

El proceso de pesado se realizó para obtener el peso inicial del producto.

Lavado

Las hojas son lavadas con agua en tinajas, con el fin de eliminar el polvo. Posteriormente, son vueltas a lavar en solución salina al 1%, por alrededor de 3 a 5 minutos con el fin de eliminar los gérmenes. Para terminar, las hojas son lavadas por última vez con agua limpia, antes del secado.

Escurrimiento

Las hojas deben escurrirse en depósitos (o baldes) perforados que permitan este proceso, y posteriormente, las hojas se dejan secar esparcidas en bandejas por 15 minutos.

El secado mecánico

El proceso de secado se efectuó con secadores de aire caliente, eléctricas o de gas. Cuyas temperaturas deben estar entre 50 °C y 55 °C. Si las hojas se encuentran a una temperatura mayor, las hojas se queman y se tornan marrones.

Molienda

Las hojas deben molerse con la ayuda de un molino de martillos de acero inoxidable.

Tamizado

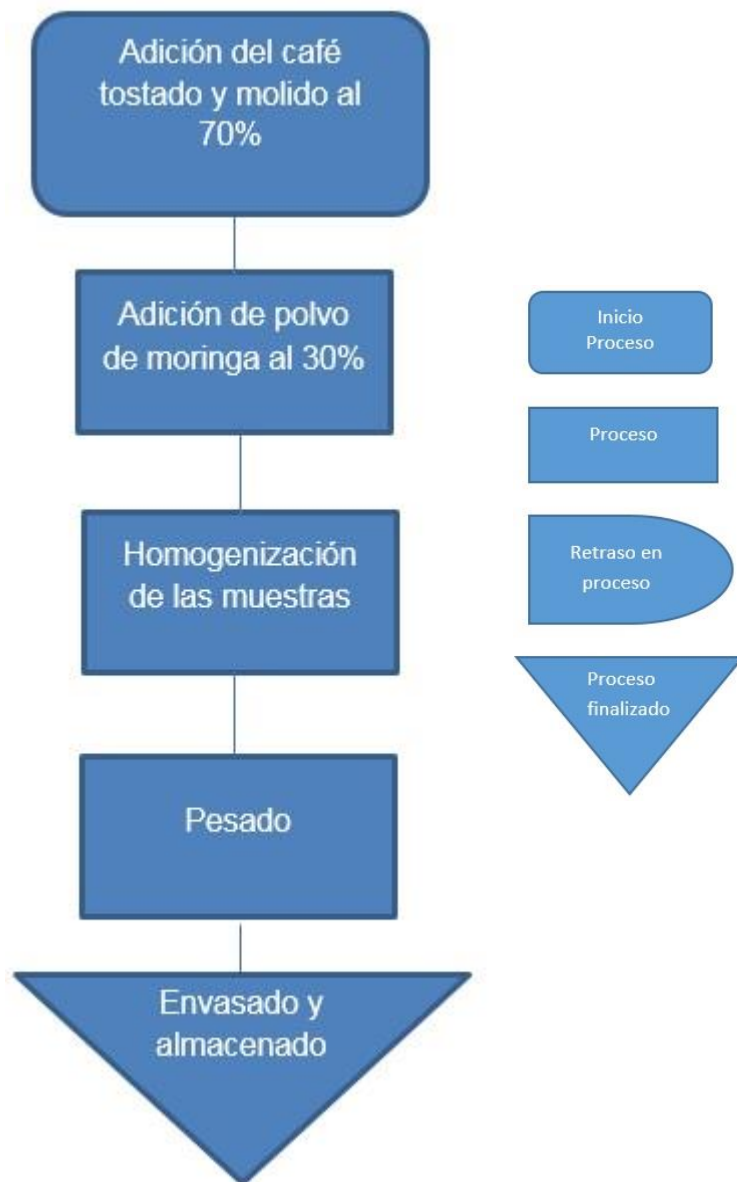
De ser necesario, se puede realizar el proceso de tamizado en las hojas de teberinto molidas. Las normas establecidas con respecto al tamaño del resultado de las hojas molidas se explican a continuación:

- Gruesa (1,0 mm - 1,5 mm)
- Fina (0,5 mm - 1,0 mm)
- Muy fina (0,2 mm - 0,5 mm)

Envasado y almacenamiento

El polvo que se obtiene como resultado de la molienda de la hoja de teberinto debe seguir órdenes de almacenamiento para su correcto procesamiento, como por ejemplo ser secado a la sombra y ser protegido (envasándolo) para evitar contacto con el polvo.

4.6.6 Diagrama de flujo del proceso de obtención del café tostado y molido fortificado con polvo de moringa (*Moringa oleifera*)



4.6.7 Proceso de obtención del café fortificado con polvo de moringa (Moringa oleifera)

Adición del café tostado y molido

Añadir 70% el café tostado, según los datos reglamentarios que se presentaron con anticipación. Las muestras deben permanecer del tamaño de granular fino y uniforme.

Adición de polvo de moringa

El polvo de las hojas de moringa, (aparte de ser un polvo fino) tiene que ser añadido en un 30% según la formulación mejor calificada en el análisis sensorial.

Combinación y homogenización

Se debe mezclar el café tostado y molido con el polvo de moringa, hasta obtener una mezcla con el polvo y el café de una manera homogénea.

Pesado

Al tener una mezcla homogénea entre el café y el polvo de teberinto, se debe proceder a pesar la mezcla antes del empacado del producto.

Envasado y almacenado

Es necesario empacar y almacenar el producto final, y se debe evitar el almacenamiento del café en lugares con mucha humedad o con potencial contaminación para el producto.

4.7 Técnica de recolección de datos.

4.7.1 Recolección de datos mediante libros y páginas web.

Proceso realizado con el fin de obtener datos verídicos e importantes acerca del tema. En esta investigación, en su mayoría, se investigó sobre los aspectos con realce de la materia prima del producto, para su posterior análisis.

4.7.2 Análisis sensorial.

El Instituto de Tecnólogos de Alimentos de Estados Unidos (IFT) considera la evaluación sensorial como una ciencia empleada para determinar y relacionar ciertas características sensitivas de los alimentos y materiales que son posibles de ser percibidos por medio de los cinco sentidos (gusto, tacto, vista, oído y olfato) con el propósito de obtener conclusiones de las percepción de las personas ante el objeto en estudio y posteriormente analizarlos e interpretarlos para la conveniencia de la investigación.

4.7.3 Diseño del estudio.

- Este estudio es descriptivo y al mismo tiempo ya que los datos fueron tomados en el lugar de ocurrencia de los hechos, gracias a la evaluación sensorial, la investigación es de campo.
- Se describieron frecuencias, promedios y demás cálculos estadísticos para el análisis e interpretación de los datos obtenidos en el análisis sensorial y en la sesión de grupo.

4.7.4 Población de estudio

La población estudiada en este trabajo de investigación fue un grupo de estudiantes de la Universidad Dr. José Matías Delgado, Antiguo Cuscatlán, La Libertad, El salvador. El cual consistía en un grupo de 10 personas, de ambos géneros y entre las edades de 20 y 25 años.

4.7.5 Muestra de estudio.

La muestra de estudio fue una bebida hecha de café tostado y molido fortificado con polvo de las hojas del árbol de teberinto.

Variabes: color, olor, sabor, textura, apariencia.

4.7.6 Tipo de prueba.

Este estudio utilizó pruebas afectivas, es decir, pruebas en la que interesa conocer la subjetividad o preferencia particular e individual de los jueces, que en este caso fueron 10 estudiantes. La escala que se usó es una escala hedónica de 9 puntos:

Me gusta muchísimo	9
Me gusta mucho	8
Me gusta moderadamente	7
Me gusta levemente	6
No me gusta ni me disgusta	5
Me disgusta levemente	4
Me disgusta moderadamente	3
Me disgusta mucho	2
Me disgusta muchísimo	1

4.7.7 Análisis estadístico

Los datos resultantes de la evaluación sensorial fueron calificados con el análisis de varianza ANOVA, que compara dos o más medias de muestras. En este caso, el nivel de significancia utilizado es del 5%.

4.7.8 Análisis bromatológico

Determinación de humedad

AOAC 979. t2 edición 17

Determinación de la granulometría

Método para determinar el grado de molienda del café tostado y molido.

- Se dividió el café tostado y molido en porciones por su tamaño de partícula, gracias al uso de tamices y un aparato rotogolpeador.

Equipo

Maquina tamizadora

- La máquina tamizadora debe poseer una placa para el sostén de los tamices y así mismo debe de poder taparse con su respectivo tapón de caucho o neopreno.
- El trabajo de la maquina se desarrolla a razón de 150 ± 4 golpes por minutos en el momento en que se tamice a 250 rpm.

Tamices

Los tamices que se utilizan, se detallan a continuación:

Abertura (μm)	Designación equivalente de tamices ASTM
850	20 mallas

600	30 mallas
425	40 mallas
300	50 mallas
212	70 mallas
FONDO	FONDOS

- Balanza con una precisión de 0,1 g
- Cubos de caucho de 18 mm de lado
- Cronómetro con exactitud de ± 5 segundos

Preparación de la muestra

- a) Se selecciona 100 g de muestra con alrededor de 0,1 g y con un nivel de humedad menor del 3%.
- b) Se obtiene el peso real de la muestra de 100 g con exactitud de $\pm 0,1$ g.
- c) Se colocan los tamices ordenados de acuerdo a su abertura cada vez más pequeño y un recipiente baso los tamices para recolectar el resultado.

- d) Se coloca una parte de la muestra sobre el tamiz superior y este es cubierto con la tapa.
- e) Se ubica todo lo anterior en la maquina tamizadora y esta es asegurada. Se deja tamizar por alrededor de 10 minutos.
- f) Se deben desprender delicadamente los tamices de la máquina y entre ellos. Si existe material en las paredes de los tamices deben ser desprendido con el uso de un cepillo.
- g) Se deben pesar todos y cada uno de los tamices.
- h) Se miden la cantidad en porcentaje de todas las partes de la fracción con respecto a la muestra y se ordenan en el mismo orden de los tamices. La suma de los porcentajes pueden variar del 100 % al $\pm 1,0\%$.

Numero de determinaciones

Se debe realizar este análisis en triplicado como mínimo.

Determinación del contenido de cafeína.

HPLC-DAD Referencia AOAC 1980 secciones 12-050-12-053.

Cromatografía de líquidos de alta resolución (HPLC), se pudo realizar la instrumentación desarrollada con técnicas de separado gracias a la tecnología en maquinaria empleado, del mismo modo se maximizó el empleo de los

instrumentos existentes, obteniendo una tecnología de alta calidad, que puede aplicarse ya a la cromatografía en fase líquida, (19).

4.7.9 Análisis microbiológicos

4.7.9.1 Análisis microbiológicos

Capítulo 3, BAM 8 th Edición 1995. AOAC International.

El manual analítico bacteriológico (BAM) presenta todos los procedimientos de laboratorios preferidos de las agencias para los análisis microbiológicos de alimentos y cosméticos (20).

4.7.9.2 Recuento de levaduras y mohos

Capítulo 18, BAM 8 th Edición 1995. AOAC International.

El método de recuento de placas es un análisis por incubación que se lleva a cabo por 5 días, se hace una siembra en placas para verificar si hay crecimiento en los medios de cultivo. Si hay un tipo de crecimiento se hace un conteo de colonias de microorganismos, ya sean hongos o levaduras, para verificar la existencia en muestras de alimentos y así poder comprobar la inocuidad de los mismos. Las levaduras y mohos causan diferentes grados de deterioro y la descomposición de los alimentos. Pueden invadir y crecer en casi cualquier tipo de alimento; invaden

los cultivos como los cereales, nueces, frijoles y frutas en los campos, antes de la cosecha y durante el almacenamiento (20).

4.7.9.3 Coliformes fecales.

Capítulo 18, BAM 8 th Edición 1995. AOAC International.

Los análisis de coliformes fecales se llevan a cabo para identificación de agentes patógenos como el *Escherichia coli* que se considera un patógeno capaz de causar infecciones gastrointestinales muy graves en los seres humanos. Y por medio de los análisis establecidos por la Food and Drug Administration.

EXPRESIÓN DE RESULTADOS

Los datos obtenidos del recuento de coliformes es explicado de forma cuantificable en N^o ufc./g.o mL de muestra (7).

Capítulo V. Análisis de Resultados

5.1 Tabulación de datos

Juez	Muestra A						Muestra B					
	Color	Olor	Sabor	Apariencia	Textura	Promedio	Color	Olor	Sabor	Apariencia	Textura	Promedio
1	4	6	5	7	6	5.6	7	7	8	9	7	7.6
2	6	7	6	6	5	6	6	6	8	7	5	6.4
3	7	7	5	6	6	6.2	8	6	7	8	8	7.4
4	7	8	6	7	6	6.8	7	8	6	7	6	6.8
5	6	5	6	7	6	6	7	8	9	8	7	7.8
6	7	6	6	7	4	6	9	8	7	8	8	8
7	6	4	7	5	6	5.6	7	9	8	7	7	7.6
8	8	6	6	5	6	6.2	7	6	6	4	7	6
9	6	7	8	6	5	6.4	8	6	8	6	7	7
10	7	8	5	7	6	6.6	5	7	9	9	8	7.6
Total	64	64	60	63	56	61.4	71	71	76	73	70	72.2
Prom.	6.4	6.4	6	6.3	5.6	6.14	7.1	7.1	7.6	7.3	7	7.22

5.2 Gráficos.

Resultados del análisis sensorial: Color

Escala Hedónica	COLOR	
	Muestra A	Muestra B
Me gusta muchísimo	0	1
Me gusta mucho	1	2
Me gusta moderadamente	4	5
Me gusta ligeramente	4	1
No me gusta ni me disgusta	0	1
Me desagrada ligeramente	1	0
Me desagrada moderadamente	0	0
Me desagrada mucho	0	0
Me desagrada muchísimo	0	0
Total	10	10



La muestra "A" se elaboró con un 50% de café tostado molido y 50% con polvo de moringa, y la muestra "B" se elaboró con un 70% café tostado molido con un 30% de polvo de moringa con una mejor evaluación en "color" por el jurado la muestra

“B” teniendo un promedio “7.1”, mientras que la muestra “A” obtuvo un promedio de 6.4

Resultados del análisis sensorial: Olor

Escala Hedónica	OLOR	
	Muestra A	Muestra B
Me gusta muchísimo	0	1
Me gusta mucho	2	3
Me gusta moderadamente	3	2
Me gusta ligeramente	3	4
No me gusta ni me disgusta	1	0
Me desagrada ligeramente	1	0
Me desagrada moderadamente	0	0
Me desagrada mucho	0	0
Me desagrada muchísimo	0	0
Total	10	10



El olor en las dos muestras fue bastante aceptado, ya que ambas muestras presentaron valores similares descritos por los jueces. La muestra recibió un dato negativo (me desagrada moderadamente) mientras que la muestra "B" sólo presento datos positivos. Se puede decir que la muestra "B" obtuvo mejor aceptación con un promedio "7.1" en comparación con la muestra "A" que obtuvo un promedio de 6.4.

Resultados del análisis sensorial: Sabor

Escala Hedónica	SABOR	
	Muestra A	Muestra B
Me gusta muchísimo	0	2
Me gusta mucho	1	4
Me gusta moderadamente	1	2
Me gusta ligeramente	5	2
No me gusta ni me disgusta	3	0
Me desagrada ligeramente	0	0
Me desagrada moderadamente	0	0
Me desagrada mucho	0	0
Me desagrada muchísimo	0	0
Total	10	10



Los jueces evaluaron las dos muestras presentadas con diferentes opiniones, unos mostrando un disgusto por un sabor amargo de las muestras y otros mostraron mayor aceptación. La muestra "A" según los jueces, tenía un sabor muy amargo, muy verde; mientras que la muestra "B" presentó un mayor sabor natural a café con un ligero gusto a verde. La muestra "B" presentó un promedio de "7.6", mientras que la muestra "A" obtuvo un promedio 6.3.

Resultados del análisis sensorial: Apariencia

Escala Hedónica	APARIENCIA	
	Muestra A	Muestra B
Me gusta muchísimo	0	2
Me gusta mucho	0	3
Me gusta moderadamente	5	3
Me gusta ligeramente	3	1
No me gusta ni me disgusta	2	0
Me desagrada ligeramente	0	1
Me desagrada moderadamente	0	0

Me desagrada mucho	0	0
Me desagrada muchísimo	0	0
Total	10	10



La apariencia de la bebida fue muy aceptada en ambas muestras. Sin embargo la muestra con mejor aspecto fue la "B" obteniendo un promedio superior de "7.3" mientras que la muestra "A" obtuvo un valor promedio de "6.3".

Resultados del análisis sensorial: Textura

Escala Hedónica	TEXTURA	
	Muestra A	Muestra B
Me gusta muchísimo	0	0
Me gusta mucho	0	3
Me gusta moderadamente	0	5
Me gusta ligeramente	7	1
No me gusta ni me disgusta	2	1
Me desagrada ligeramente	1	0
Me desagrada moderadamente	0	0
Me desagrada mucho	0	0
Me desagrada muchísimo	0	0
Total	10	10



La muestra "A" presentó menor aceptación con un promedio de "5.6" en la evaluación de los jueces, mientras que la muestra "B" presentó mayor aceptación con un promedio de "7".

5.3 Análisis de varianza

JUEZ	MUESTRA A	MUESTRA B	TOTAL
1	5.6	7.6	13.2
2	6	6.4	12.4
3	6.2	7.4	13.6
4	6.8	6.8	13.6
5	6	7.8	13.8
6	6	8	14
7	5.6	7.6	13.2
8	6.2	6	12.2
9	6.4	7	13.4
10	6.6	7.6	14.2
TOTAL	61.4	72.2	133.6
PROMEDIO	6.14	7.22	

- **Factor de corrección:**

$$FC = \frac{T^2}{N}$$

$$FC = (133.6)^2 / 2 \cdot 10$$

$$FC = 17,848.96 / 20$$

$$FC = 892.45$$

- **Suma de cuadrados para muestra:**

$$SCm = \frac{(\sum M_1^2) + (\sum M_2^2)}{N} - FC$$

$$SCm = [(61.4)^2 + (72.2)^2] / 10 - 892.45$$

$$SCm = 3,769.96 + 5,212.84 / 10 - 892.45$$

$$SCm = 898.28 - 892.45$$

$$SCm = 5.83$$

- **Grados de libertad:**

$$glm = k - 1$$

$$glm = 2 - 1$$

$$g_{lm} = 1$$

- **Suma de cuadrados para jueces:**

$$SC_j = [(13.2)^2 + (12.4)^2 + (13.6)^2 + (13.6)^2 + (13.8)^2 + (14)^2 + (13.2)^2 + (12.2)^2 + (13.4)^2 + (14.2)^2 / 2] - 892.45$$

$$SC_j = (1,788.64 / 2) - 892.45$$

$$SC_j = 894.32 - 892.45$$

$$SC_j = 1.87$$

- **Grados de libertad para jueces:**

$$g_{lj} = 10 - 1$$

$$g_{lj} = 9$$

- **Suma de cuadrados, total:**

$$SC_t = [(5.6)^2 + (6)^2 + (6.2)^2 + (6.8)^2 + (6)^2 + (6)^2 + (5.6)^2 + (6.2)^2 + (6.4)^2 + (6.6)^2 + (7.6)^2 + (6.4)^2 + (7.4)^2 + (6.8)^2 + (7.8)^2 + (8)^2 + (7.6)^2 + (6)^2 + (7)^2 + (7.6)^2] - 892.45$$

$$SC_t = 903.44 - 892.45$$

$$SC_t = 10.99$$

- **Grados de libertad total:**

$$glt = 20 - 1$$

$$glt = 19$$

- **Suma de cuadrados de error:**

$$SCe = SCt - SCj - SCm$$

$$SCe = 10.99 - 1.87 - 5.83$$

$$SCe = 3.29$$

- **Grados de libertad de error:**

$$gle = glt - glj - glm$$

$$gle = 19 - 9 - 1$$

$$gle = 9$$

- **Cuadrados medios:**

$$CM \text{ muestras} = SCm / glm$$

$$CM \text{ muestras} = 5.83 / 1$$

$$CM \text{ muestras} = 5.83$$

$$CM \text{ jueces} = SCj / glj$$

$$CM \text{ jueces} = 1.87 / 9$$

$$CM \text{ jueces} = 0.21$$

CM error= SCe/ gle

CM error= 3.29 / 9

CM error= 0.36

- **Relación de variación por muestras:**

Fm= CM muestras/ CM error

Fm= 5.83/ 0.09

Fm= 64.77

- **Relación de variación para jueces:**

Fj= CM jueces/ CM error

Fj= 0.21/ 0.09

Fj= 2.33

Fuente de variación	de GI	SC	CM	F
Muestra	1	5.83	5.83	64.77
Jueces	9	1.87	0,21	2.33
Error	9	3.29	0,36	
Total	19	10.99		

Mediante los resultados obtenidos en la investigación se pudo concluir que la hipótesis general fue "ACEPTADA" ya que los valores nutricionales de café

tostado y molido de forma tradicional fueron aumentados con la fortificación del polvo de moringa.

5.4 Análisis y discusión de resultados obtenidos del análisis bromatológico

5.4.1 Resultados obtenidos del análisis bromatológico

A) Proteína

Análisis realizado	Resultados obtenidos	Metodología utilizada
Proteína	17.7%	Kjeldahl por digestión en bloque

B) Cenizas

Análisis realizado	Resultados obtenidos	Metodología utilizada
Cenizas	8.2 %	Gravimétrico Modificado

C) Calcio

Análisis realizado	Resultados obtenidos	Metodología utilizada
Calcio	587.8 mg/100 g	Absorción atómica con llama

D) Humedad

Análisis realizado	Resultados obtenidos	Metodología utilizada
Humedad	3 %	Gravimétrico Modificado

E) Hierro

Análisis realizado	Resultados obtenidos	Metodología utilizada
HIERRO	8.3 mg/100 g muestra	Absorción atómica con llama

F) Cafeína

Análisis realizado	Resultados obtenidos	Metodología utilizada
Cafeína	0.91 %	HPLC

5.4.2 Comparación de resultados de análisis bromatológico

Para tener una referencia se utilizó el método de comparación con una marca de café comercial y hacer una comparación con el café tostado molido fortificado con polvo de moringa.

Marca	Marca comercial	Formulación 70/30
Proteína	13.5%	17.7 %
Humedad	3%	2.9%

Calcio	100 mg/100g	587.8 mg/100g
Cafeína	0.94 %	0.91 %
Hierro	3.8 mg/100g	8.3 mg/100g

Proteínas

El contenido proteico del café tostado y molido fortificado con polvo de moringa presentó una elevación significativa al comparar con la marca comercial que presenta valores más bajos en su contenido proteico

Humedad

El contenido de humedad presente en el producto se mantuvo dentro de los indicadores de control de calidad en cuanto al café tostado en grano y molido estudiados en la Norma Salvadoreña Obligatoria 67.31.02:04 que especifica que los valores de humedad, no deben estar por arriba del 3%. Presentando valores aceptables.

Calcio

La cantidad de calcio presente en las marcas comerciales tiene un contenido muy pobre comparado con el café fortificado. El análisis bromatológico del producto demostró valores de calcio mucho más altos, mineral que puede dar un aporte

significativo al cuerpo humano ya que el calcio posee muchos minerales que son fundamentales para el desarrollo de funciones del cuerpo humano.

Hierro

El hierro es considerado como el mineral más indispensable para el cuerpo humano ausente en muchos alimentos, el cual representa una amplia serie de beneficios al organismo siendo así esencial para mantener el cuerpo trabajando en óptimas condiciones. La cantidad de hierro examinado por el análisis bromatológico demostró que el hierro presente en el café fortificado con moringa presenta el doble de hierro que el café comercial.

Cafeína

Los niveles de cafeína presentes en el café fortificado con moringa no presentaron variaciones en su contenido respecto al café comercial, en la norma salvadoreña obligatoria específica que los cafés tostados y molidos tienen que tener un valor arriba de 0.8 % para no entrar en la categoría de cafés descafeinados. El análisis bromatológico demostró que el producto está adentro de los estándares de los cafés tostados y molidos.

Materia extraña

Los análisis bromatológicos no mostraron ningún tipo de materia extraña en las muestras presentadas. Según la Norma Salvadoreña Obligatoria no debe de existir ningún tipo de materia extraña en los cafés tostados y molidos.

5.5 Resultados obtenidos del análisis microbiológico

Análisis microbiológico	Recuento máximo	Resultados
Recuento de aerobio mesofilos	2000 UFC/g	900 UFC/g
Recuento de mohos y levadura	200 UFC/g	200 UFC/g
Recuento de coliformes fecales	0 UFC/g	0 UFC/g

Los análisis microbiológicos fueron totalmente aceptables dentro de los parámetros de la Norma Salvadoreña Obligatoria de café tostado en grano y café tostado y molido. Con esto se puede decir que el producto café tostado y molido fortificado con polvo de moringa es apta para consumo humano, porque está respaldado por análisis microbiológicos del laboratorio especializado en control de calidad "LECC" control: AL-611-311.

Conclusiones

La investigación se basó en desarrollar una bebida hecha de café tostado y molido y que fue fortificada con polvo de moringa, el café se desarrolló y se clasificó en dos concentraciones. La muestra "A" (polvo de hoja de moringa 50% y café tostado y molido 50%), la segunda muestra "B" (polvo de moringa 30% y café tostado y molido 70%) ambas pruebas fueron evaluadas por un panel sensorial constituido por 10 personas que cataron las siguientes variables: color, olor, sabor, aspecto, textura. Los resultados más altos obtenidos dieron como ganadora la muestra "B" por encima de la muestra "A".

El caso del sabor y el olor fueron muy discutidos en el análisis mostrando mejores resultado en la muestra "B". El aspecto y la textura de la bebida fueron muy parejos resultando con mayor aceptación la muestra "B".

La muestra con mayor aceptación en el panel sensorial se envió a análisis de laboratorio (Laboratorio Especializado en Control de Calidad "LECC") en el cual se elaboraron pruebas bromatológicas y microbiológicas exigidas por la Norma Salvadoreña Obligatoria 67.31.02:04 para el café tostado y molido las cuales dieron excelentes resultados tanto resguardando la inocuidad del producto como demostrando el proceso de fortificación del café tostado y molido fortificado con polvo de Moringa oleífera. En tres variables deficientes en los cafés comerciales

los resultados obtenidos fueron los siguientes: contenido de proteínas del café tostado y molido fortificado con polvo de moringa presentó un 17.7% sobrepasando la muestra comercial por 4% más de proteína. El segundo análisis comparativo fue por la cantidad de calcio que tenía una muestra comercial, ésta establece en su etiqueta la cantidad 100mg/100g mientras que el café tostado y molido con polvo de moringa presentó valores de fortificación 487.8 mg/100g. De igual manera, se presentó una elevación en las cantidades de hierro de 8.3mg/100g mientras que la muestra comercial (Juan Valdez) especifica un 3.6mg/100g, se demuestra que hubo una fortificación de 4.7mg/100g en el café tostado y molido fortificado con polvo de moringa.

Con los datos obtenidos se demuestra un aumento considerable de las propiedades nutricionales que aporta la hoja de la moringa al producto, aumentando los valores de proteína, calcio y hierro que son muy importantes para el desarrollo de muchas funciones en el cuerpo humano. De esta misma forma, se afirma que la ingesta diaria del producto favorece adquirir los valores nutricionales diarios propuestos en una dieta en base a 2000kcal, compitiendo con la leche, huevos y vegetales que se tienen que consumir en grandes cantidades para poder obtener los valores nutricionales diarios.

Recomendaciones

1. Se recomienda adquirir materia prima (café tostado y molido y hoja de moringa oleífera) de primera calidad fresca que no tenga más de una semana de estar almacenada para que la calidad nutricional no se mire afectada al momento de elaborar el producto final.
2. Se recomienda evaluar otros porcentajes como un 80% de café tostado y molido con un 20% de polvo de moringa oleífera.
3. El material que entre en contacto con la muestra tiene que estar previamente esterilizado para que las muestras no entren en contaminación cruzada.
4. Se debe de tener especial cuidado con el almacenamiento del café y la moringa ya que fácilmente absorben humedad del ambiente.
5. Se recomienda utilizar cafés de la variedad Bourbon de la familia arábica por su excelente calidad de taza y que no se mire afectado por el sabor que aporta la moringa oleífera.
6. Toda persona que entre en contacto con el producto tiene que regirse a las normas de Buenas Prácticas de Manufactura.
7. Para futuras investigaciones se recomienda analizar la cantidad de aminoácidos aportados en la bebida de café fortificado con polvo de moringa.

Bibliografía

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. POSADA, Luis. FAO: *Más desnutrición y pobreza en El Salvador*
[Documento en línea] [sin fecha] [fecha de consulta: 31 de agosto de 2016].
Disponible en:
http://archivo.archivoscp.net/index2.php?option=com_content&do_pdf=1&id=1132
2. AMAYA GARCIA, Karina: *El café, Importancia del Café* [Documento en línea] 2015 [fecha de consulta: 01 de septiembre de 2016]. Disponible en:
<http://ecocafesal.blogspot.com/2009/10/importancia-del-cafe.html>
3. JOY MAGAZINE. Las 9 Bebidas Más Consumidas Del Mundo. En: *Planeta Joy* [en línea] 2015 [fecha de consulta: 01 de septiembre de 2016]. Disponible en:
http://www.planetajoy.com/?Las_9_bebidas_mas_consumidas_del_mundo&page=ampliada&id=7511
4. STALLINGS, Richard E.: *Café Enriquecido con Vitaminas y un Proceso para Elaborar los Mismos*, [patente].PCT/US1995/014859 1996. WO1996014757 A1 [Documento en línea] 1996 [fecha de consulta: 09 de septiembre de 2016].
Disponible en: <https://www.google.ch/patents/WO1996014757A1?cl=en>

5. BENKOVIĆ, Maja; SREČEC, Siniša; ŠPOLJARIĆ, Igor; MRŠIĆ, Gordan y BAUMAN, Ingrid. Fortification of instant coffee beverages – influence of functional ingredients, packaging material and storage time on physical properties of newly formulated, enriched instant coffee powders = La fortificación de bebidas de café instantáneo - influencia de ingredientes funcionales, material de embalaje y tiempo de almacenamiento sobre las propiedades físicas de la fórmula nueva, enriquecida en polvo de café instantáneo. En: *Science Of food and Agriculture* [online] 2014, **95** (13), pp. 2607–2618 [fecha de consulta: 3 septiembre 2016]. Disponible en DOI: 10.1002/jsfa.6989

6. RAMÍREZ MARTÍNEZ, Ángela Andrea María y VÁSQUEZ QUINTANILLA, Dámaris Raquel. *Elaboración de bebida refrescante y nutritiva a base de Stevia (Stevia rebaudiana) y Moringa (Moringa oleífera) como una alternativa para la agroindustria de El Salvador*. [Tesis de Ingeniera Agroindustrial e Ingeniera en Alimentos, inédita]. Universidad Doctor José Matías Delgado. Antiguo Cuscatlán La Libertad, 2014.

7. CONACYT (Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología). Norma Salvadoreña Obligatoria. NSO. ESTÁNDARES DE CALIDAD. CAFÉ TOSTADO EN GRANO Y CAFÉ TOSTADO Y MOLIDO. 67.31.02:04, 2005.

8. ROSSEL BIGUEUR, Rene, CASTRO LUNA, Roberto A y CHICAS ABARCA Herbert W. *Extracción de cafeína de pulpa de café por percolación utilizando etanol como solvente* [Tesis para la obtención de grado de ingenieros agroindustriales inédita]. Universidad Doctor José Matías Delgado. Antiguo Cuscatlán La Libertad, 1995.
9. MARAVILLA PLATERO, Celina Tatiana, VÁ, RIVERA AGUILAR, Carolina Beatriz. *Formulación de un sirope de café para el consumo en restaurantes gourmet regida bajo estándares de calidad*. [Tesis para obtención de grado de Ingeniera Agro en Alimentos inédita]. Universidad Doctor José Matías Delgado. Antiguo Cuscatlán La Libertad, 2005.
10. BARRERA, Carlos A.: *Historia del café en El Salvador. Ciencias Sociales* [en línea] 2013 [fecha de consulta: 6 septiembre 2016]. Disponible en: <http://ciencias-sociales2-lic-carlos-barrera.blogspot.com/2013/04/historia-del-cafe-en-el-salvador.html>
11. INTERNATIONAL COFFEE ORGANIZATION (ICO): Aspectos botánicos. En: International Coffee Organization [en línea] [sin fecha] [fecha de consulta: 06 de septiembre 2016]. Disponible en: http://www.ico.org/es/botanical_c.asp

12. CAFÉ PUNTA DEL CIELO: El tostado del café. En: *Café Puna del Cielo* [en línea] [sin fecha][fecha de consulta: 07 de septiembre 2016]. Disponible en: <http://puntadelcielo.com.mx/el-tostado-del-cafe/>
13. BOLIVAR FORERO, Claudia. *Monografía sobre el galactomanano del grano de café y su importancia en el procesamiento para la obtención de café soluble*. [En línea] [Tesis para la obtención por el título que Químico Industrial inédita] Universidad Tecnológica de Pereira, Colombia, 2009 [Fecha de consulta: 07 de septiembre de 2016] Disponible en: <http://www.infocafes.com/descargas/biblioteca/89.pdf>
14. SALUD Y BUENOS ALIMENTOS (SBA): Clasificación y Propiedades del café [en línea] 2012 [fecha de consulta: 11 de septiembre de 2016]. Disponible en: <http://saludybuenosalimentos.es/alimentos/index.php?s1=Frutas&s2=Tropicales&s3=Caf%E9>
15. INGRUBER, Renate: *Un ángel en forma de planta* [en línea] 2014 [Fecha de consulta: 15 de septiembre de 2016]. Disponible en: <http://www.moringagarden.eu/media/pdf/ES-Booklet-Un-angel-en-forma-de-planta.pdf>

16. CONTRERAS FUNES, Santos Rene. OCHOA HERNANDEZ, Carlos Alberto. RAMIREZ MATINEZ, Alcides Augusto. *Estudio de factibilidad técnico económico para la agroindustrialización de los productos derivados del árbol de Teberinto (moringa oleífera) en EL Salvador* [En línea] [Tesis de Ingeniería Industrial, inédita] Universidad de EL Salvador, El Salvador, 2009 [Fecha de consulta: 16 de septiembre de 2016]. Disponible en: [http://ri.ues.edu.sv/4018/1/Estudio%20de%20factibilidad%20t%C3%A9cnico%20econ%C3%B3mico%20para%20la%20agroindustrializaci%C3%B3n%20de%20los%20productos%20derivados%20del%20%C3%A1rbol%20de%20Teberinto%20\(Moringa%20Ole%C3%ADfera\)%20en%20El%20Salvador.pdf](http://ri.ues.edu.sv/4018/1/Estudio%20de%20factibilidad%20t%C3%A9cnico%20econ%C3%B3mico%20para%20la%20agroindustrializaci%C3%B3n%20de%20los%20productos%20derivados%20del%20%C3%A1rbol%20de%20Teberinto%20(Moringa%20Ole%C3%ADfera)%20en%20El%20Salvador.pdf)
17. QUINTANILLA SABOGAL, Josué. ALVERIS ALVARADO, Yanes. *Condiciones para la precipitación de proteína foliar a partir de la moringa oleífera lam.* [En línea] [Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de Ingeniero de Alimentos inédita] Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD, Escuela de Ciencias Básicas Tecnologías e Ingenierías, Programa de Ingeniería de Alimentos, Barranquilla, Colombia, 2013 [Fecha de consulta: 16 de septiembre de 2016]. Disponible en: <http://es.slideshare.net/andresquintanav/condiciones-para-la-precipitacion-de-la-proteina-foliar-a-partir-de-la-moringa-oleifera-lam-29934418>

18. Fundación para el Desarrollo Socio Económico Y Restauración Ambiental (FUNDESYRAM). *Guía para la innovación de la caficultura de lo convencional a lo orgánico*. [Documento en línea] 2010 [Fecha de consulta: 07 de septiembre de 2016]. Disponible en: https://bootcoffee.com/wp-content/uploads/2014/10/GUIA_CAFE_OK.pdf
19. CALLE AZNAR, Silvia. *Determinación analítica de la cafeína en diferentes productos comerciales*. [En línea] [Presentado para optar al título de ingeniera técnica industriales especialidad en Química] Universidad Politécnica de Cataluña, Departamento de Química Industrial, España 2011 [Fecha de consulta: 16 de septiembre de 2016]. Disponible en: <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/11148/Mem%C3%B2ria.pdf>
20. TOURNAS, Valerie; STACK, Michael E; MISLIVEC, Philip B.; KOCH, Herbert A. y BANDLER, Ruth. Manual analítico bacteriológico. En: *Food and Drug Administration (FDA)* [en línea] 2001 [fecha de consulta: 31 de agosto de 2016]. Disponible en: <http://www.fda.gov/Food/FoodScienceResearch/LaboratoryMethods/ucm071435.htm>

GLOSARIO

Acidez del Café: factor de las plantaciones de café de buena calidad, un café con acidez resulta atractivo y perdurable a un paladar fino y conocedor de calidad.

Alcaloides: compuestos orgánicos nitrogenados de carácter básico, que son generados por los vegetales. Estos compuestos suelen ser sólidos cristalinos, líquidos volátiles y algunas gomas.

Arábica: especie de café procedente del *Coffea arábica* Linnaeus, cultivada en el país centroamericano de El Salvador, cuyas variedades son: Bourbon, Pacas, Pacamara, Catimor, Catuaí, Maragogipe, entre otras.

Café: fruto del género COFFEA, consumido sus frutos y semillas en distintos usos cosméticos y de consumo, siendo el más usado como bebida gourmet o común, dependiendo de su proceso de producción.

Café cereza: café en etapa de maduración, caracterizado por poseer doble grano cubierto por la cáscara.

Café pergamino seco: café ya en etapa de procesamiento en la cual se le ha tratado quitándole la cáscara y el mucílago, higienizado y drenado hasta conseguir una humedad del 12%.

Café Natural: café que no se ha higienizado, (Unwashed Coffee), normalmente se obtiene en el proceso del drenado. Se clasifica en cerezas corrientes (de café maduro), cerezas de verde y pepenas.

Café tostado en grano: café procesado que se obtiene al realizar una torrefacción en el café de oro (Green Coffee).

Café tostado y molido: café procesado que se adquiere al utilizar la torrefacción del café en oro y que luego se muele. Cuyos colores varían entre claro, medio y oscuro, características para su comercialización.

Cenizas: conjunto de minerales a base de carbono que no se transforman en gas y no arden. Luego del proceso de calcinación es posible examinar los minerales de su composición.

Crujido: Pequeño sonido seco, o sucesión de sonidos del mismo tipo en una misma secuencia, que se produce con el roce o quiebre de algunos objetos, como las telas, dientes, ramas secas y otros. Acción o efecto de crujir.

Control de Calidad: técnicas, procedimientos, y normativas delimitadoras en procesos que buscan mantener en cierto nivel de aceptación el antes, durante y después en la realización de un proyecto.

Deshidratado o deshidratación: proceso que busca la erradicación del agua o humedad en algún material o alimento con el fin de ser utilizado en condiciones o procesos diferentes.

Fitosanidad: estado de salud aceptable e ideal de especies de estado vegetal.

FAO: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.

Herbicidas: composición química que detiene el desarrollo de maleza en las zonas de cultivo.

Humedad: cantidad de agua o materia líquida presente en un cuerpo en la atmósfera. El agua en los seres vivos es indispensable para el desarrollo de la vida.

Longevo: cualidad de algo o alguien de edad avanzada.

Macronutrientes: nutrientes requeridos en grandes cantidades.

MAG: Ministerio de Agricultura y Ganadería.

Micronutrientes: micro partículas de nutrientes.

Moringa: especie de planta angiosperma, originaria de la India, bastante adaptable al tipo de suelo y resistente a sequías moderadas.

NSO: Norma Salvadoreña Obligatoria

Nutrientes: componente orgánico necesario para el funcionamiento correcto y crecimiento de los cuerpos vivos.

Proteína: macromolécula a base de carbono, nitrógeno, hidrógeno y oxígeno, y en ocasiones azufre y fósforo. A su vez contiene uniones de aminoácidos por enlaces peptídicos.

Senescencia: hace referencia a transformaciones entre elementos del sistema a lo largo del tiempo (de una forma tiempo-dependiente) en relación con los sistemas materiales que presentan una cierta estructura u organización.

Stress hídrico: situación en que se utiliza más agua de la obtenida por las raíces.

ANEXOS

Anexo N° 1 Laboratorio Especializado en Control de Calidad (LECC)

LECC® Laboratorio Especializado en Control de Calidad
ESEBESA, S.A. DE C.V.
No. de Inscripción 357

Calle San Antonio Abad No. 1965, San Salvador, El Salvador, C.A.
PBX: (503) 2525-0200 FAX: 2525-0222 • www.lecc.com.sv • E-mail: info@lecc.com.sv

INFORME DE ANÁLISIS

PROCEDENCIA: RICARDO PAREDES	CONTROL: AL-611-311
MUESTRA: CAFE TOSTADO MOLIDO FORTIFICADO CON POLVO DE MORINGA	LOTE: NO DECLARA
	VENCIMIENTO: NO DISPONIBLE
	INGRESO: 05-NOV-2016
	MUESTREÓ: CLIENTE
	EMISIÓN: 22-NOV-2016

DETERMINACIÓN	ESPECIFICACIÓN	RESULTADOS
Humedad Referencia: Food Analysis: Analytical and Quality Control Methods for the Food Manufacturer and Buyer. R. Lees, 2a edición española. Método: Gravimétrico Fecha final de análisis: 22-nov-2016	(% m/m), punto de venta máximo 3,0	3.0 %
Proteína Referencia: AOAC Official Method 991.20 16th Edition. Método: Kjeldahl por Digestión en Bloque (Modificado y Validado por LECC) Fecha final de análisis: 21-nov-2016	No Disponible	17.7 %
Cafeína Referencia: AOAC 16th Edition. Método: HPLC Fecha final de análisis: 22-nov-2016	Para café sin descafeinar mínimo 0,8 Para café descafeinado máximo 0,3	0.91 %
Cenizas Referencia: AOAC 16th Edition. Método: Gravimétrico Fecha final de análisis: 22-nov-2016	No Disponible	8.2 %
Calcio Referencia: AOAC Método Oficial 985.35. Método: Absorción Atómica con llama Fecha final de análisis: 22-nov-2016	No Disponible	587.8 mg/100 g
Hierro Referencia: AOAC 16th Edition. Método: Absorción Atómica con llama Fecha final de análisis: 22-nov-2016	No Disponible	8.3 mg/100 g

Pag: 1 de 2

Laboratorio Acreditado por OSA bajo la Norma NSR ISO/IEC 17025 en pruebas específicas para aguas, lodos, alimentos, desinfectantes, superficies y productos farmacéuticos.



Laboratorio Especializado en Control de Calidad

ESEBESA, S.A. DE C.V.
No. de Inscripción 357

Calle San Antonio Abad No. 1965, San Salvador, El Salvador, C.A.
PBX: (503) 2525-0200 FAX: 2525-0222 • www.lecc.com.sv • E-mail: info@lecc.com.sv

INFORME DE ANÁLISIS

PROCEDENCIA: RICARDO PAREDES	CONTROL: AL-611-311
MUESTRA: CAFE TOSTADO MOLIDO FORTIFICADO CON POLVO DE MORINGA	LOTE: NO DECLARA
	VENCIMIENTO: NO DISPONIBLE
	INGRESO: 05-NOV-2016
	MUESTREÓ: CLIENTE
	EMISIÓN: 22-NOV-2016

DETERMINACIÓN	ESPECIFICACIÓN	RESULTADOS
Materia Extraña Referencia: AOAC 16th Edition. Método: Físico Fecha final de análisis: 22-nov-2016	(%)Máximo 0,1	No presenta Materia Extraña
Recuento de Aerobio mesófilos Referencia: Bacteriological Analytical Manual Online. Capítulo 3. Enero, 2001. Método: Conteo en Placa Fecha final de análisis: 21-nov-2016	Recuento Preferible 1000- UFC/g Recuento Máximo 2000 UFC/g	900 UFC/g
Recuento de Mohos y Levaduras Referencia: The Compendium of Analytical Methods. Online. MFHPB-22. Método: Vertido en Placa. Fecha final de análisis: 21-nov-2016	Recuento Preferible 100- UFC/g Recuento Máximo 200 UFC/g	200 UFC/g
Recuento de Coliformes Fecales Referencia: Bacteriological Analytical Manual Online. Capítulo 4, Septiembre 2002. Método: Petrifilm Fecha final de análisis: 21-nov-2016	Recuento Preferible 0 UFC/g Recuento Máximo - UFC/g	Menor a 0 UFC/g

El informe corresponde a la muestra remitida y ensayada por el laboratorio


Lic. Oscar David Guzmán Julián
Dir. Integración Técnica-Administrativa

Lic. OSCAR DAVID GUZMAN JULIAN
QUIMICO FARMACEUTICO
Insc. J.V.P.Q.F. No. 1810

D N M
LABORATORIO ESPECIALIZADO
EN CONTROL DE CALIDAD LECC
No. Insc. 357
Prop. SOCIEDAD ESEBESA, S.A. DE C.V.
SAN SALVADOR. SAN SALVADOR.

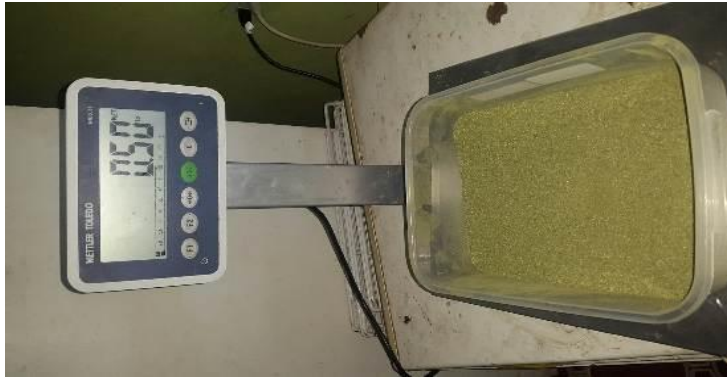
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL NO AUTORIZADA POR LA DIRECCIÓN DE LECC
EL INFORME NO ES VALIDO SIN EL SELLO SECO DE LECC

Pag: 2 de 2

Laboratorio Acreditado por OSA bajo la Norma NSR ISO/IEC 17025 en pruebas específicas para aguas, lodos, alimentos, desinfectantes, superficies y productos farmacéuticos.

Anexo N° 2 Proceso de elaboración de harina de maíz fortificada con polvo de moringa





Anexo N° 3 Encuesta de evaluación sensorial



UNIVERSIDAD DR. JOSE MATIAS DELGADO
 FACULTAD DE AGRICULTURA E INVESTIGACION AGRICOLA
 JULIA HILL O' SULLIVAN
 EVALUACION SENSORIAL

SEXO: F ___ M ___ FUJMA: SI ___ NO ___ TOMA CAFÉ: SI ___ NO ___

INDICACIONES: degustar las siguientes muestras e indique su nivel de agrado en la escala que mejor describe su reacción para cada uno de los atributos.

Me desagradó muchísimo	1
Me desagradó mucho	2
Me desagradó moderadamente	3
Me desagradó ligeramente	4
No me gusta ni me disgusta	5
Me gusta ligeramente	6
Me gusta moderadamente	7
Me gusta mucho	8
Me gusta muchísimo	9

Atributos	Color	Olor	Sabor	Apariencia	Textura
Muestra 1					
Muestra 2					

Comentarios _____

Anexo N° 4 Fotografías del análisis sensorial





